



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Luís Filipe Godinho Martins

Melhoria contínua no processo de manutenção preventiva de uma máquina de papel – Implementação da consignação LOTO

Relatório de Estágio

Orientado por:

Doutora Natércia Santos, Instituto Politécnico de Tomar

Doutor Henrique Pinho, Instituto Politécnico de Tomar

Tomar, novembro de 2019

Relatório de Estágio apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia Química

To accomplish great things, we must dream as well as act.

(Anatole France)

Resumo

Este relatório descreve o trabalho desenvolvido em estágio no âmbito da unidade curricular de Trabalho Final do Mestrado em Tecnologia Química. O estágio decorreu na empresa Renova – Fábrica de Papel do Almonda, S.A., e teve como objetivo estudar e implementar melhorias no processo de manutenção preventiva das máquinas de papel através da metodologia de consignação LOTO.

A Renova tem procurado destacar-se dos concorrentes através da inovação e da diferenciação, procurando reinventar-se em cada produto que lança no mercado. Para isso necessita que internamente exista uma constante procura da melhoria contínua dos seus processos produtivos e da manutenção dos mesmos, procurando tornar cada um deles o mais eficiente possível.

O trabalho desenvolvido teve como objetivo identificar possíveis melhorias no procedimento de consignação das manutenções curativas e preventivas nas máquinas de papel, através da implementação da consignação LOTO, procurando aumentar a sua eficiência. Além da implementação desta metodologia, foram também avaliados os restantes procedimentos realizados durante a manutenção ao equipamento como forma de implementar melhorias que simplifiquem o trabalho realizado por todos os colaboradores envolvidos nos trabalhos, e que, consequentemente, diminua o tempo de paragem dos equipamentos.

Embora a divisão de fabricação da Renova seja composta por quatro máquinas de papel, apenas a máquina de papel 5 (MP5) foi alvo de melhoria, acompanhando o que já se encontrava implementado na máquina de papel 7 (MP7), pelo que este relatório restringir-se-á apenas aos equipamentos existentes nessa máquina de produção. É importante ressaltar que uma grande parte das melhorias verificadas para a MP5 poderão ser aplicáveis às restantes máquinas.

O trabalho desenvolvido foi dividido em cinco fases: Análise da situação atual dos processos de manutenção das máquinas de papel 5 e 7 (MP5 e MP7); Implementação da consignação LOTO em paragens programadas na MP7 e otimização dos tempos de

consignação; Análise do circuito produtivo da MP5; Melhoria do processo de paragens programadas na MP5; Implementação da consignação LOTO na MP5.

Como resultado, foram obtidas melhorias no programa LOTO existente. Na MP7, com a implementação do procedimento de consignação para manutenções preventivas, e na MP5 com a implementação do programa de consignações em manutenções curativas e preventivas, aplicando a metodologia *Standard Work*. A otimização destas implementações resultou em ganhos nos tempos de consignação em manutenções preventivas na MP5 e MP7 na ordem dos 56% e 53%, respetivamente. Para a obtenção desta melhoria foi aplicada a metodologia APM (*alternative protective measures*), que permitiu uma redução considerável do tempo de consignação mecânica. Também o processo de manutenção preventiva foi alvo de melhorias, desde a simplificação dos procedimentos de consignação elétrica, dos registos de consignação em SAP e da implementação de lavagens industriais às máquinas de papel antes do início de cada intervenção.

Palavras – Chave: LOTO, consignação, melhoria contínua, lean management, indústria papeleira.

Abstract

This report describes the work developed in the context of the curricular Internship of Chemical Technology master's degree. The internship took place in Renova – Fábrica de Papel do Almonda, S.A., with the objective of study and implement improvements in the preventive maintenance process of paper machines through LOTO consignment.

Renova's has been looking for stand out from the competition through innovation and differentiation, looking to reinvent itself in every product launched in the market. For that purpose, it's necessary that internally exist a constant search for continuous improvement of productive process and their maintenance, trying to make each one as efficient as possible.

The work developed in Renova, aimed to identify possible improvements in the consignment procedure of curative and preventive maintenance on paper machines, through the implementation of LOTO consignment, seeking to increase its efficiency. In addition to the implementation of this methodology, the remaining procedures performed during the maintenance of the equipment were also assessed as a way to implement improvements that simplify the work performed by all employees involved in the task and, consequently, reduce the equipment downtime.

Although Renova's paper production division consists in four paper machines, only paper machine 5 (MP5) has been object of improvement, following what was already applied in paper machine 7 (MP7), so this report will restrict only to existing equipment on this production machine. It is important to note that most of the improvements made in MP5 may be applied to other machines.

The work was divided into five phases: Maintenance processes actual situation analysis on paper machines 5 and 7 (MP5 and MP7); Implementation of LOTO consignment at planned maintenance on MP7 and optimization of consignment times; MP5 productive circuit analysis; Process improvement of the planned maintenance on MP5; LOTO consignment implementation on MP5.

As a result, improvements were made to the existing LOTO program. On MP7, with the consignment procedure implementation for preventive maintenance, and on MP5 with the consignment program implementation for curative and preventive maintenance, applying

the Standard Work methodology. The optimization of these implementations resulted in consignment times savings in the preventive maintenance on MP5 and MP7 about 56% and 53%, respectively. To obtain this improvement, the APM (alternative protective measures) methodology was applied, which allowed a considerable reduction of the mechanical consignment time. The preventive maintenance process has also been improved, from the simplification of electrical consignment procedures, SAP consignment records and the industrial washes implementation on paper machines before starting each intervention.

Keywords: LOTO, consignment, continuous improvement, lean management, paper industry.

Agradecimentos

Este estágio não teria sido possível sem a colaboração de algumas pessoas e instituições, a quem pretendo expressar alguns agradecimentos.

Gostaria de expressar o meu agradecimento de forma muito especial à Doutora Natércia Santos e ao Doutor Henrique Pinho pela orientação, pela contínua disponibilidade e por todo o apoio prestado durante a realização deste estágio de final de mestrado.

Quero também manifestar o meu agradecimento à Engenheira Liliana Inácio pela supervisão do estágio, e a todos os colaboradores da Renova por todo o companheirismo, ajuda e por nunca deixarem que uma pergunta ficasse sem resposta. Um muito obrigado por contribuírem com a vossa ajuda e conhecimento, tanto no decorrer do estágio, como na elaboração deste relatório.

Agradeço à Renova a amabilidade de me possibilitar a realização deste estágio curricular na sua organização, permitindo que desenvolvesse novas competências técnicas e pessoais e contactasse com novas realidades a nível industrial.

Deixo um agradecimento especial à Escola Superior de Tecnologia de Tomar do Instituto Politécnico de Tomar pela disponibilidade e por todo o percurso académico ao longo destes anos.

Quero deixar uma palavra de agradecimento a todos os docentes que ao longo destes dois anos me transmitiram os conhecimentos necessários para a realização deste estágio e a concretização do curso.

Por fim e não menos importante, aos meus familiares e amigos agradeço toda a paciência, compreensão e incentivo ao longo deste estágio para que o mesmo fosse elaborado da melhor forma possível. A todos, um muito obrigado.

Índice

Resumo	vii
Abstract	ix
Agradecimentos	xi
Lista de Abreviaturas	xix
1. Introdução	1
1.1. A evolução da produção de papel.....	2
1.2. Processo de produção de papel <i>tissue</i>	2
1.3. O papel <i>tissue</i>	5
1.4. O papel <i>tissue</i> em Portugal	7
1.5. A manutenção industrial (Curativa e preventiva).....	9
1.6. <i>Lean Management</i>	12
1.6.1. Os princípios da <i>Lean Management</i>	13
1.6.2. Ferramentas de <i>Lean Management</i>	14
1.7. Consignação LOTO (<i>Lock out/Tag out</i>).....	17
1.8. Caracterização da Renova – Fábrica de Papel do Almonda.....	22
1.8.1. A história da Renova	22
1.8.2. A estrutura da Renova	25
2. Trabalho desenvolvido.....	29
2.1. Objetivo do estágio	29
2.2. Análise do estado atual dos procedimentos para paragem de manutenção preventiva na PM5	30
2.2.1. Arranque da operação de manutenção programada	33
2.2.2. Consignação elétrica.....	34

2.2.3.	Consignação mecânica	37
2.2.4.	Registos de Consignação e Ordens de Trabalho em sistema SAP ...	38
2.3.	Estudo do circuito do processo produtivo da MP5	40
2.4.	Implementação da consignação LOTO	43
2.4.1.	Procedimento de consignação LOTO implementado na Renova	44
2.4.2.	Implementação da consignação LOTO na manutenção preventiva da MP7 51	
2.4.3.	Implementação da consignação LOTO na MP5	54
2.5.	Sugestões de melhoria do processo de paragem para manutenção da MP5..	62
2.5.1.	Processo de lavagem industrial	62
2.5.2.	Atividade de consignação elétrica da MP5	64
2.5.3.	Alteração do processo ácido/base de lavagem do vestuário da máquina de papel 66	
2.6.	Análise às propostas de melhoria	68
3.	Conclusão	81
4.	Trabalho Futuro	85
5.	Bibliografia.....	87
6.	Anexos	95
6.1.	Anexo 1	96
6.2.	Anexo 2	100
6.3.	Anexo 3	105

Índice de Tabelas

Tabela 1. Vantagens e desvantagens do tipo de fibras utilizadas para produção de papel <i>tissue</i>	7
Tabela 2. Produção total de papel e cartão em 2017.	8
Tabela 3. Importações de papel e cartão de 2008 até 2017.	8
Tabela 4. Definição da metodologia 5S.	15
Tabela 5. Fases e objetivos a alcançar durante o estágio.	30
Tabela 6. Procedimento de bloqueio/etiquetagem do equipamento.	48
Tabela 7. Procedimento de desbloqueio do equipamento.	49
Tabela 8. Bloqueadores utilizados na metodologia LOTO implementada na Renova.	50
Tabela 9. Propostas apresentadas durante a realização do estágio na Renova.	69
Tabela 10. Tempos de consignação de todos os circuitos da MP7.	69
Tabela 11. Tempos de consignação de todos os circuitos da MP7.	71
Tabela 12. Previsão das receitas geradas pela implementação das consignações gerais.	73
Tabela 13. Previsão das receitas geradas através da alteração do procedimento de lavagem da vestimenta.	79

Índice de Figuras

Figura 1. Constituição de uma máquina de produção de papel <i>tissue</i>	3
Figura 2. Tipos de manutenção existentes.	10
Figura 3. Diagrama de descrição do conceito de consignação LOTO.....	18
Figura 4. Dispositivos de bloqueio para aplicação da metodologia LOTO.....	20
Figura 5. Nascente do rio Almonda, situada no interior das instalações da Renova. .	23
Figura 6. Estrutura organizacional da Renova.	26
Figura 7. Sequência de operações de manutenção nas máquinas de papel.....	31
Figura 8. Seccionador para consignação elétrica da bomba 768P230, localizado junto ao equipamento.....	34
Figura 9. Interior da sala de quadros da MP7.	35
Figura 10. Identificação das gavetas dos diferentes equipamentos na sala de quadros da MP5.	36
Figura 11. Listagem da localização dos equipamentos existentes na sala de quadros da MP5.	36
Figura 12. <i>Spaghetti Chart</i> descritiva das movimentações dos eletricitistas durante a consignação elétrica em paragens planeadas.....	37
Figura 13. Exemplo das medidas de consignação da <i>Fun Pump</i> (Lado Teia) da MP5.	39
Figura 14. Circuito da pasta no processo produtivo da MP5.....	41
Figura 15. Fluxograma de procedimento de consignação LOTO na Renova.....	46
Figura 16. Ficha de procedimento para tarefa não prevista na MP7.	51
Figura 17. Máquina de produção de papel 7 (MP7).	52
Figura 18. Estação de consignação LOTO com caixa de bloqueio, mostrando que o equipamento pode ser intervencionado.	53
Figura 19. Diagrama de consignação geral de equipamentos em paragens de manutenção preventiva da MP7.	54
Figura 20. Processo utilizado para a implementação do programa LOTO na MP5. ..	56
Figura 21. Máquina de produção de papel 5 (MP5).	58
Figura 22. Equipamento de bloqueio em teste para simplificação do procedimento de consignação LOTO.....	60

Figura 23. Classificação da energia da MP5 em crítica e não crítica.	61
Figura 24. Princípio de funcionamento de limpeza através de CO ₂ no estado líquido, sistema <i>Cryoclean snow</i>	63
Figura 25. Listagem atualizada da localização dos equipamentos existentes na sala de quadros da MP5.	65
Figura 26. Modelo de etiqueta com identificação simplificada das gavetas.	66
Figura 27. Depósito utilizado para a lavagem do vestuário das máquinas de papel. .	67
Figura 28. Etiqueta de consignação de energias não críticas.	70
Figura 29. Comparação entre a situação antes e após a implementação da consignação geral na MP7.	71
Figura 30. Comparação entre a situação antes e após a implementação da consignação geral na MP5.	72
Figura 31. Identificação simplificada das gavetas existentes na sala de quadros da MP5.	75
Figura 32. Registo de consignação da <i>Fun Pump</i> (Lado Teia) da MP5, com o novo método de medidas de consignação elétrica.	76
Figura 33. <i>Spaghetti Chart</i> descritivo das movimentações dos eletricitistas durante a consignação elétrica com a listagem automática de equipamentos.	77
Figura 34. Cadeados de bloqueio LOTO em utilização durante a paragem preventiva da MP5.	78

Lista de Abreviaturas

APM – *Alternative Protective Measures*

DIFA – Divisão de Fabricação

DIPE – Divisão de Personalizados

DIRE – Divisão de Reciclagem

DITA – Divisão de Transformação

GPE – Gabinete de Planeamento e Engenharia

LM - *Lean Management*

LOTO – *Lock Out/Tag Out*

MP – Máquina de Papel

MTE – Manutenção Elétrica

MTM – Manutenção Mecânica

OSHA - *Occupational Safety and Health Administration*

OT – Ordem de Trabalho

SMED – *Single Minute Exchange of Dies*

1. Introdução

Nos dias de hoje, a manutenção preventiva assume um papel fulcral para que um processo produtivo seja eficaz e eficiente. A manutenção e a produção são usualmente geridas por departamentos diferentes, pelo que é importante que estes estejam interligados, organizados e otimizados de forma a que exista comunicação constante entre estes. Para a concretização desta interligação é essencial a aplicação de ferramentas de *Lean Management*, para que seja possível realizar cada intervenção a qualquer equipamento com o máximo de eficiência.

A *Lean Management* procura melhorar o desempenho industrial, para que se gastem menos recursos, obtendo-se uma maior eficiência. Por este motivo, é imperativo utilizar ao máximo as capacidades disponíveis de todos os equipamentos, evitando que parem com demasiada frequência devido a imprevistos. Para que este objetivo seja possível de alcançar, é importante criar um ambiente no qual os esforços de melhoria da fiabilidade e de qualidade, de redução de custos e de potenciação da criatividade sejam incentivados. Esse ambiente deve permitir e motivar para a participação de todos os colaboradores, desde a gestão de topo até aos operadores dos equipamentos.

Foi neste contexto que surgiu o tema de estágio, tendo presente a necessidade de otimizar o processo de consignação implementado na Máquina de Papel 5 (MP5). Desta forma, procurou-se diminuir o tempo de consignação de equipamentos e, por sua vez, o tempo de paragem do processo produtivo que se insere num mercado muito competitivo. A diminuição de tempos improdutivos conduzirá à redução do custo despendido na manutenção subcontratada, à redução de perdas de tempo produtivo devido ao atraso na finalização das operações de manutenção, à diminuição da deterioração dos equipamentos e, for fim, mas mais importante, à redução dos acidentes de trabalho. Com a necessidade de melhorar o processo de consignação surgiu a oportunidade de implementação da consignação LOTO (*lockout/tagout*) que se encontra neste momento numa fase inicial de teste na Máquina de Papel 7 (MP7). Esta implementação poderá trazer grandes benefícios ao processo de manutenção, através da criação de um método específico de consignação LOTO de todos os equipamentos que compõem a MP5,

procurando envolver todos os operadores de processo e da manutenção na sua execução de forma correta e prática.

1.1. A evolução da produção de papel

Nos dias de hoje a produção de papel é feita em grande escala e de forma muito automatizada, mas nem sempre foi assim. No passado, o processo de produção era manual, sendo que o método mais antigo de produção de papel foi concebido na China (Celpa, 2019).

Devido à dificuldade de responder à elevada procura de papel a partir do século XVIII, a indústria papelreira teve a necessidade de desenvolver uma máquina para a produção de papel. A primeira máquina de papel foi criada por Nicolas-Louis Robert em Essonnes, França. A suspensão fibrosa era depositada sobre um pano que permitia a drenagem da água, formando uma folha de papel de comprimento considerável. A máquina era construída em madeira e tinha 260 cm de comprimento e 64 cm de largura. Mais tarde, foi desenvolvida a máquina de papel *Fourdrinier*, pelos irmãos Fourdrinier e por John Gamble, com uma tela de fio em movimento. A partir do desenvolvimento da máquina do tipo *Fourdrinier*, o interesse em desenvolver outro tipo de máquinas começou a aumentar. Teve assim início uma melhoria significativa em aspetos essenciais na produção de papel, como a velocidade, a operacionalidade e a fiabilidade. Ao mesmo tempo foram introduzidos novos equipamentos no processo de produção de papel, como por exemplo, os rolos de sucção perfurados, que melhoraram consideravelmente a remoção de água do retículo fibroso antes deste se tornar papel, e a caixa fechada, que permitia assim aplicar pressão no seu interior com a possibilidade de realizar pequenos ajustes na variação da velocidade do jato da suspensão fibrosa (Canavarro, 1985; Lindberg, 2000).

1.2. Processo de produção de papel *tissue*

A principal alimentação de um processo de produção de papel *tissue* é uma mistura de pasta de eucalipto, de pinho e de pasta reciclada, com diferentes percentagens. A pasta é inicialmente desagregada em *pulpers*, passa por vários equipamentos e tinões (tanques com agitador), sendo finalmente projetada na teia. A teia tem como objetivo reter as fibras de celulose, formando assim “uma folha de papel” com uma grande quantidade de água. A

projeção da pasta é feita através da caixa de chegada, também denominada por *headbox* sendo composta por dois lábios diferentes. A existência de dois lábios tem como objetivo produzir um papel com duas faces com características diferentes, dependendo do fim pretendido para o papel que se encontra a ser produzido (Philipp & D'Almeida, 1988).

Posteriormente, a folha passa pela secagem, o cilindro “*yankee*”, sendo a superfície que está em contacto com o *yankee* denominada superfície do lado do cilindro e a superfície que recebe o calor de duas *hottes*, proveniente da unidade de cogeração, é designada por superfície do lado livre. O cilindro *yankee* pode atingir uma temperatura de aproximadamente 500°C, removendo desta forma o excesso de água existente no papel. As *hottes* de secagem possuem uma temperatura de sensivelmente 385°C, sendo gerada através da queima de gás natural na unidade de cogeração. Após o processo de secagem, o papel *tissue* segue para o enrolamento, que é feito em torno de um casquilho e de um mandril, que permite o movimento de aceleração de enrolamento da bobine (Pires & Sum Kuan, 1988).

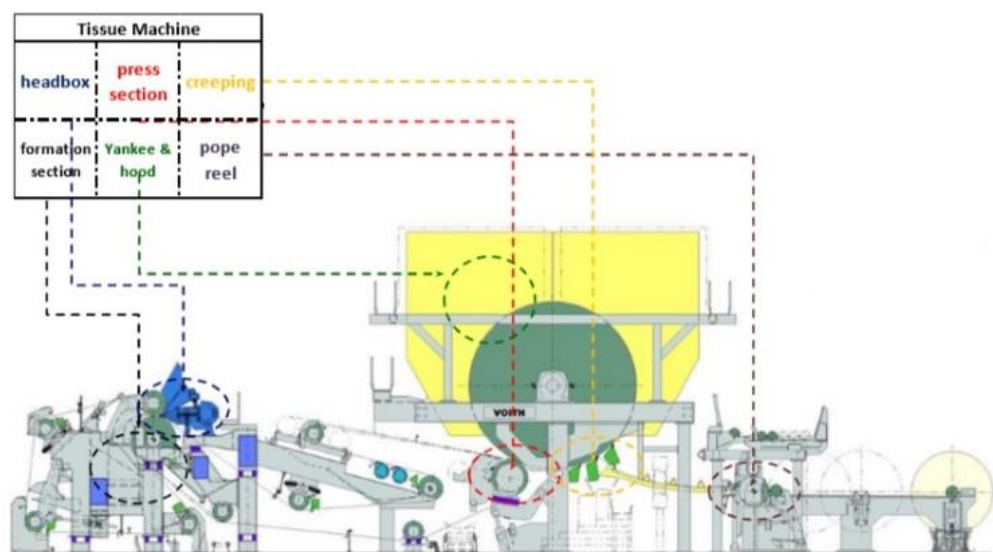


Figura 1. Constituição de uma máquina de produção de papel *tissue* (Galli, 2017).

A figura 1 mostra de forma resumida a constituição de uma máquina de papel, sendo possível verificar o início (desde a *headbox*) e o fim do processo produtivo. O processo de produção de papel *tissue* é constituído por várias etapas, algumas delas fundamentais para a obtenção que um produto final de boa qualidade. Essas etapas são:

Desagregação: É o início do processo e consiste num processo de desintegração dos fardos de pasta em água, de forma a obter uma suspensão de fibras homogénea. Este

processo pode ser alimentado com águas do processo, sendo que quanto maior for a concentração de pasta e maior a temperatura melhor é o processo de desintegração.

Dispersão: Este processo consiste em individualizar as fibras através de ação mecânica de dois discos por onde passa a suspensão fibrosa. Esta etapa evita que existam deposições de *stickies*, bastante comuns na pasta reciclada, na tela e na teia da máquina de produção de papel *tissue* que podem prejudicar a qualidade final do papel produzido.

Despastilhagem: Consiste em remover possíveis aglomerados de fibras que não foram individualizados na etapa de desagregação.

Refinação: Processo fundamental na produção de qualquer tipo de papel. Nesta etapa as fibras sofrem um tratamento mecânico que tem como objetivo aumentar a resistência do papel à tração e ao rebentamento. As fibras sofrem um processo de fibrilação, o que vai aumentar os pontos de contacto entre elas, melhorando desta forma as propriedades finais do papel.

Crivagem: Nesta etapa ocorre a remoção de possíveis partículas sólidas de elevadas dimensões quando comparadas com as fibras existentes na pasta, através de um sistema de crivos com orifícios de várias dimensões de modo a otimizar a distribuição das fibras na teia da máquina.

Diluição: Esta etapa antecede a alimentação da pasta à caixa de chegada, e tem como objetivo diluir a pasta de acordo com o pretendido.

Formação: Neste processo tem início a formação da folha de papel. Ocorre a deposição de fibras sobre a teia passando de imediato pelo rolo de formação, que vai extrair alguma água da suspensão. Após este processo a folha passa por uma zona de sucção (mesas de vácuo) que dão continuação ao processo de extração de água da suspensão. O objetivo principal é fornecer a forma de folha de papel à pasta.

Prensagem: Processo onde são utilizados meios mecânicos (rolos de sucção) como forma de remover a água, promovendo desta forma a interligação entre as fibras e consequente aumento de resistência físico-mecânica assim como a redução do volume específico.

Secagem: Nesta etapa é removida a água que ainda possa existir na folha de papel. Este processo é feito através do calor libertado de um secador *yankee*, alimentado a

vapor, e de duas *hottes*, alimentadas a ar quente. Este calor é proveniente ou de vapor saturado ou de ar quente introduzidos no secador. Nesta etapa, a folha de papel *tissue* já formada entra em contacto com o cilindro *yankee*, sendo depois transportada e soltando-se por ação de uma lâmina de crepe.

Crepagem: Processo onde é fornecido à folha de papel o efeito de crepe. Esta etapa vai proporcionar ao papel volume e textura.

Enrolamento: Etapa final do processo de produção de papel *tissue*. Nesta etapa o papel é enrolado em bobines de tamanhos variados (dependendo do fim a que se destina) e pode seguir diretamente para armazém ou para o processo de bobinagem do papel.

Bobinagem: Processo que visa dar à bobine de papel o número de folhas necessárias para o processo de transformação.

1.3. O papel *tissue*

O papel *tissue* é um segmento de produção de papel para fins sanitários e domésticos. O termo *tissue* remete para produtos feitos através de uma baixa gramagem, para papéis secos com crepe e alguns sem crepe, como os papéis higiénicos, toalhas de cozinha, lenços faciais, guardanapos e toalhas de mão. Este tipo de papel deriva de fibras curtas, de fibras longas, de pastas mecânicas e de pasta reciclada. De acordo com Worchester (1998), o uso de pastas de fibras curtas apresenta alguma vantagem, sendo que, dentro das fibras curtas, a pasta de eucalipto é aquela que apresenta melhores características para a produção, além da sua elevada competitividade económica. As fibras de eucalipto propiciam papéis mais apropriados para o setor do *tissue* pelas suas propriedades químicas e morfológicas permitindo a produção de papéis mais macios, maior volume específico, melhor absorção e resistência características essenciais para a obtenção de um papel *tissue* de grande qualidade (Worchester, 1998).

O papel tem sido utilizado para propósitos higiénicos durante vários séculos, sendo hoje em dia o papel *tissue* o mais importante da atualidade. O papel de uso sanitário e higiénico veio substituir produtos da indústria têxtil que têm o mesmo fim embora tenham maior duração.

Este tipo de papel necessita de requisitos de qualidade bastante específicos, uma vez que é aplicado a uma enorme gama de produtos. Em alguns produtos, a maciez pode ser a propriedade chave, enquanto que para outros poderá ser a resistência em húmido. Ainda noutros casos o papel terá necessidade de ter, ou não, capacidade para absorver a água. As principais propriedades necessárias para uma elevada qualidade do *tissue* são (Barrotti, 1988; Foelkel & Ratnieks, 1996; Paulapuro, 2000):

- Gramagem;
- Absorção;
- Maciez;
- Volume específico;
- Resistência à tração;
- Alongamento.

Como cada tipo de fibra (curta, longa, reciclada, pasta mecânica) possui uma morfologia e uma composição química diferente, então cada tipo contribuirá para uma determinada característica do papel. Assim os atributos do *tissue* podem ser obtidos ou melhorados através da escolha dos tipos de fibra utilizados. Para escolher o tipo de fibra a utilizar na produção de papel de uso sanitário e doméstico é necessário ter conhecimento das características químicas (teor de lenhina, de hemiceluloses e de extratáveis), das suas características morfológicas (comprimento da fibra, *coarseness*, *curl* e *kink*), das suas propriedades físicas e mecânicas (rigidez, grau de polimerização) e principalmente de como cada uma dessas propriedades influencia a qualidade final do papel *tissue* (Barrotti, 1988; Mark, 1983; Oyakawa, 2004).

Tabela 1. Vantagens e desvantagens do tipo de fibras utilizadas para produção de papel *tissue* (Gonçalves, 2000; Mark, 1983; Oyakawa, 2004).

Fibra		Vantagens	Desvantagens
Virgem	Curta	Maciez, boa formação, <i>bulk</i> , opacidade, grau de brancura	Custo
	Longa	Resistência, porosidade, brancura	Custo, baixo <i>bulk</i>
Reciclada		Custo	Grau de brancura, qualidade

Através da tabela 1 é possível analisar os benefícios que cada tipo de pasta fornece ao *tissue*, sendo notórias as vantagens da utilização das fibras virgens ao invés das fibras obtidas de papel velho.

1.4. O papel *tissue* em Portugal

Nos dias de hoje, a indústria do papel *tissue* é bastante fragmentada, existindo um número elevado de produtores de papel com baixa quota de mercado. Este tipo de mercado é dominado mundialmente por três empresas que detêm um terço da produção mundial. São elas as americanas Kimberly-Clark e GeorgiaPacific e a sueca SCA. A Kimberly-Clark lidera o mercado do papel *tissue*, seguida da SCA, GeorgiaPacific e Procter&Gamble (Sundsvall, 2013).

Em Portugal, esta indústria representa apenas uma pequena fração da produção mundial, cerca de 6,4%. Através da tabela 2 é possível avaliar a variação que tem existido na produção de papéis sanitários e de uso doméstico de 2008 até 2017, tendo este valor praticamente duplicado. Estes valores são justificados através da aposta cada vez maior nesta indústria, em novas máquinas de produção de papel *tissue* assim como na sua transformação e no desenvolvimento de novas tecnologias, com grandes investimentos por parte das três maiores empresas portuguesas, a Renova com a implementação de uma nova máquina de papel, a Navigator Company através da aposta na nova fábrica de papel *tissue* em Cacia e no desenvolvimento da fábrica de Vila Velha de Rodão e a Pampilar com a aposta em novas linhas de transformação e investimento no desenvolvimento de tecnologia nas suas instalações.

Tabela 2.Produção total de papel e cartão em 2017 (Celpa, 2018).

Evolução da Produção de Papel e Cartão por Tipo (Un.1.000 ton)											
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Varição
Papel para escritório e usos gráficos não revestido (UWF)	1064,2	1088,3	1430,6	1551,7	1553,0	1559,8	1581,7	1597,8	1631,5	1594,5	-2,3%
	69,7%	70,4%	72,2%	75,1%	76,1%	75,9%	76,6%	76,1%	76,2%	76,1%	
Papéis Sanitários e de Usos Domésticos	72,6	89,0	117,4	111,9	92,0	100,5	97,2	106,2	109,5	134,1	3,2%
	4,8%	5,8%	5,9%	5,4%	4,5%	4,9%	4,7%	5,1%	5,1%	6,4%	
Coberturas de Cartão Canelado	390,2	368,1	432,3	402,2	395,4	393,9	396,4	395,7	398,7	366,6	-8,0%
	25,6%	23,8%	21,8%	19,5%	19,4%	19,2%	18,7%	18,8%	18,6%	17,5%	
Total	1527,0	1545,4	1980,2	2065,8	2040,1	2054,2	2065,2	2099,7	2139,8	2095,2	-2,1%

Mesmo com todo o investimento nesta indústria, a produção de papéis de uso doméstico e sanitário continuam bastante abaixo da produção de cartão canelado e dos papéis de uso gráfico, que representam 17,5% e 76,1% do total da produção de papel em Portugal (Celpa, 2018).

O investimento das papelarias portuguesas no *tissue* é também notório quando se analisa a importação de papéis de uso doméstico e sanitário (tabela 3). Verifica-se uma diminuição significativa nesse valor que em 2008 era de 94.000 toneladas e em 2017 era de 57.100 toneladas, o que revela um decréscimo de 37.000 toneladas de papel *tissue*, representando uma diminuição de 39% (Celpa, 2018).

Tabela 3.Importações de papel e cartão de 2008 até 2017 (Celpa, 2018).

Importações de Papel e Cartão (Un.1.000 ton)										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Papel de Jornal	107,7	98,7	77,4	69,7	58,6	57,5	49,9	56,3	49,9	44,1
Papéis Gráficos com Pasta Mecânica	130,3	109,8	137,5	115,1	94,3	90,2	95,2	88,4	86,8	76,6
Papéis Gráficos sem Pasta Mecânica	157,8	143,7	151,2	135,2	124,7	122,7	121,4	126,5	119,0	122,4
Papéis de Uso Doméstico e Sanitário	94,0	97,9	103,6	90,6	84,3	77,6	85,2	82,2	65,2	57,1
Coberturas de Cartão Canelado	247,0	250,0	274,6	280,7	274,1	300,7	331,0	332,2	328,0	358,0
Papéis e Cartões para Embalagem e Empacotamento	171,8	187,3	212,5	222,9	221,3	236,8	232,3	258,6	256,6	261,4
Outros Papéis e Cartões	151,4	159,3	163,8	161,7	114,5	113,3	121,9	129,4	136,4	163,4
Não Discriminados	3,7	4,3	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	1063,7	1051,1	1124,2	1076,0	971,8	988,7	1036,9	1073,7	1041,9	1083,1

A Renova, mesmo não sendo uma das líderes mundiais na produção de papel *tissue*, tem a capacidade de se destacar de forma inovadora, procurando reinventar-se constantemente. Atualmente, a Renova é líder em Portugal em produtos de papel de uso doméstico e sanitário, com uma quota de mercado de cerca de 30% e estando ainda representada em mais de 60 mercados em todo o mundo (Renova, 2019). Além do mercado Português a empresa tem uma forte presença em Espanha, onde entrou na década de noventa, o que lhe permitiu consolidar a sua posição de líder Ibérico no segmento dos guardanapos. Os mercados Francês, Belga e Luxemburguês continuam em desenvolvimento, uma vez que a entrada nestes territórios é mais recente. Para além destes mercados mais tradicionais, nos últimos cinco anos a marca conseguiu entrar em países como a Lituânia (onde é líder), o Canadá, o México e a Austrália.

Financeiramente, a Renova fatura 160 milhões de euros por ano, faturação essa obtida 50% no mercado nacional e 50% no estrangeiro. Também aqui é notória a evolução da Renova, que em 1990 apresentavam um valor de 80 milhões de euros e em 2005 a empresa faturou cerca de € 104 milhões (Renova, 2019).

1.5. A manutenção industrial (Curativa e preventiva)

A manutenção pode ser descrita como uma combinação de várias técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um equipamento, que têm como objetivo manter e repor o equipamento para que este seja capaz de desempenhar a função para o qual foi desenhado. Nos últimos anos, as empresas tomaram consciência do problema da manutenção. Antes, era normal esperar que uma máquina avariasse para a reparar, o que tinha geralmente como consequência, na melhor das hipóteses, um tempo de imobilização prolongado e, na pior das hipóteses, uma nova avaria (Courtois, Pillet & Martin-Bonnefous, 2011; Pinto, 1994).

O tipo de manutenção realizado aos equipamentos (figura 2) pode ser dividido de dois tipos, em manutenção não planeada (corretiva) ou em manutenção planeada (preventiva ou preditiva).

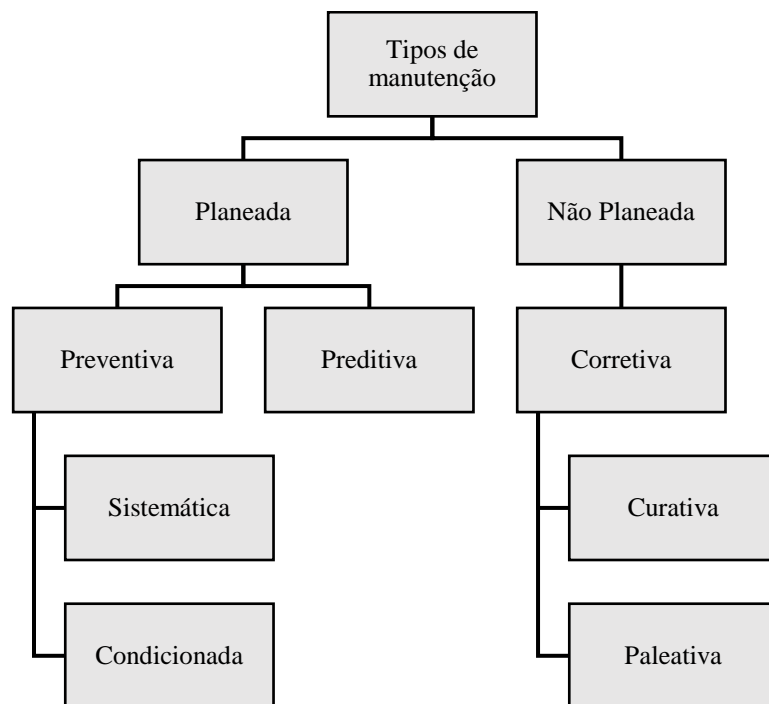


Figura 2. Tipos de manutenção existentes.

Segundo a NP EN 13306:2007 a manutenção corretiva é definida como uma “manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria, e destinada a repor o bem num estado que possa realizar uma função requerida”. A manutenção corretiva é o tipo de manutenção mais simples e mais habitual, consistindo essencialmente em esperar pela ocorrência da avaria para a reparar. Esta metodologia divide-se em duas vertentes, a manutenção paliativa e a manutenção curativa. A manutenção paliativa caracteriza-se pela resolução, de forma não permanente, de uma avaria no equipamento, colocando-o em funcionamento o mais rapidamente possível. É também designada por engenharia temporária. Já a manutenção curativa tem como objetivo resolver a avaria de forma permanente, deixando o equipamento em condições ideais para o seu funcionamento, devendo esta ser realizada o mais rapidamente possível (Pinto, 1994).

De acordo com a mesma norma, a manutenção preventiva define-se como a “manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de um bem”. A manutenção preventiva é executada através de uma paragem planeada do equipamento com periodicidades fixas, consistindo em tarefas de manutenção, como a lubrificação, a verificação de instrumentação, afinação, substituição de peças ou

componentes (caso seja necessário) e revisão geral. Este tipo de manutenção é de uma forma geral realizado para que seja possível manter o equipamento funcional e com os parâmetros necessários para a realização da tarefa a que se predispõe, sendo normalmente programada de acordo com as instruções recomendadas pelo fabricante. Para o sucesso deste tipo de manutenção deve ser determinado o âmbito do trabalhos, através da determinação do que é necessário fazer e quais os recursos necessários, identificar propriedades nos trabalhos a realizar, quantificar os recursos existentes (pessoas, tempo, materiais e dinheiro), atribuir esses recursos aos trabalhos a realizar, comunicar os resultados pretendidos aos participantes e administradores, organizar o trabalho antes do seu início, seguir o procedimento dos trabalhos e por fim determinar as variações ao plano traçado. Este tipo de manutenção divide-se na manutenção sistemática e na manutenção condicionada. A manutenção sistemática é definida pela NP EN 13306:2007 como “manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem” e tem como objetivo estudar o histórico de avarias do equipamento, o seu processo de funcionamento e as recomendações de manutenção por parte do fabricante. Através desta informação será possível determinar as periodicidades de intervenção, sendo que estas intervenções têm lugar após um certo período de laboração do equipamento, por exemplo seis semanas, e é determinado segundo as estatísticas das avarias anteriores do mesmo equipamento. No caso da manutenção condicionada, esta é definida pela mesma norma como “manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes”, e pode implicar a necessidade de colaboradores especializados intervirem no equipamento, podendo estar em funcionamento ou parado (Baldwin, 1990; Harmon & Peterson, 1991; Pinto, 1994).

A manutenção preditiva destaca-se da manutenção preventiva condicionada, uma vez que utiliza previsões extrapoladas das análises efetuadas. A manutenção preventiva preditiva tem como objetivo evitar a substituição exagerada de peças do equipamento, através do acompanhamento regular do funcionamento dos equipamentos, tendo em vista a identificação de possíveis estragos e prevendo assim futuras intervenções. Este acompanhamento é feito recorrendo à monitorização permanente da máquina, por exemplo através da medição contínua de vibrações, débitos de massa, binários, entre outros fatores relevantes para o equipamento (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2011);

De acordo com Courtois *et al* (2011), destes dois tipos de manutenção, a preditiva é normalmente a mais económica, embora nem sempre seja possível a sua implementação e podendo revelar-se mais dispendiosa do que a manutenção preventiva. Desta forma, deve ser considerado que a manutenção preventiva e a manutenção preditiva são complementares uma da outra e que devem ser sempre privilegiadas em relação à manutenção curativa. Um programa de manutenção bem implementado através de técnicas de manutenção preventiva possui várias vantagens em comparação às tradicionais abordagens. Falhas, ou futuras falhas, podem ser determinadas suficientemente cedo para que sejam evitadas paragens não planeadas. Além disso, pode determinar a natureza precisa da avaria de um equipamento, traçar o desenvolvimento de um problema e determinar de forma precisa o período de tempo até à necessidade de reparação e, por fim e mais importante, não necessita da paragem ou desmontagem do equipamento para que seja eficaz (Baldwin, 1990; Courtois, Pillet & Martin-Bonnefous, 2011).

Para que seja possível atingir todos os objetivos dispostos no planeamento, é essencial assegurar a formação e a competência dos colaboradores afetos à manutenção, efetuar uma correta avaliação de riscos e garantir uma comunicação eficaz entre todos os envolvidos, desde os colaboradores da produção até aos colaboradores da manutenção, mantendo sempre registos dos trabalhos realizados e seguindo o que está delineado no planeamento (Baldwin, 1990).

1.6. *Lean Management*

De acordo com Courtois *et al* (2011), a *Lean Management* (LM) consiste numa metodologia de gestão que tem como principal objetivo melhorar o desempenho industrial, usando um conjunto de técnicas de gestão (“ferramentas”) para otimizar a utilização dos recursos. Este conceito traduz-se num sistema de gestão ágil, capaz de se adaptar com rapidez a qualquer mudança do ambiente em que se insere a empresa. Procura evitar-se a geração de desperdícios e melhorar o fluxo de trabalho, por exemplo através da diminuição dos tempos de *setup* e da minimização dos tempos improdutivos, de modo a agilizar os processos industriais e aumentar a eficiência. De acordo com Rao (1999), a aplicação da metodologia LM pode permitir que em processos industriais se reduza a apenas metade a necessidade em recursos humanos, espaço produtivo, investimento em máquinas e

ferramentas e horas de engenharia, para que seja possível desenvolver um produto de melhor qualidade em metade do tempo.

A metodologia LM foi desenvolvida e inicialmente implementada no Japão entre 1950 e 1980, nas fábricas da Toyota com o objetivo de garantir uma maior competitividade à indústria japonesa. Numa altura em que o Japão recuperava da 2ª Guerra Mundial e quando os Estados Unidos da América possuíam uma produtividade superior em relação aos nipónicos, a Toyota sentiu necessidade de eliminar desperdício, reduzir o inventário, reduzir tempos de produção e gastos operativos, procurando ao mesmo tempo aumentar a qualidade e a flexibilidade da sua produção.

1.6.1. Os princípios da *Lean Management*

Para que seja possível atingir os melhores níveis de otimização através da aplicação da LM, é necessário ter em conta vários pontos-chave (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2011):

- Eliminação de todos os desperdícios;
- Produção em fluxos tensos;
- Gestão que favoreça a melhoria contínua;
- Redução de ciclos de desenvolvimento de produtos;
- Atitude próspera em relação aos clientes.

A eliminação dos desperdícios tem como principal objetivo gastar apenas o mínimo de recursos. Apesar do sucesso da LM no Japão, de acordo com Womack & Jones (1996), existem algumas dificuldades em implementar a metodologia, porque a cultura ocidental não tem como hábito o combate às causas dos problemas. Em caso de dificuldade, é encontrada uma forma de circundar o problema, tornando-o suportável. Por exemplo, no caso de avarias das máquinas é constituído um *stock* de segurança. Em caso de excesso de *stock* são criados entrepostos de armazenagem ou são adquiridos armazéns automatizados. Estes hábitos levam ao aumento de custos, sendo que na metodologia LM deve ter-se sempre em mente que um problema não se gere, elimina-se. Num meio produtivo as sete principais fontes de desperdício são identificadas como as sete “*Muda*” (que significa *desperdício* em japonês).

São elas a sobreposição, o tempo de espera, as deslocações e operações desnecessárias, os *stocks* excessivos, os movimentos inúteis e os defeitos.

A produção em fluxos tensos possibilita às empresas diminuir de forma considerável os seus ciclos de produção e para que seja produzido apenas o que o mercado procura, sendo acompanhada também pela aceleração da velocidade de circulação dos produtos em via de fabrico no local de produção. Os “fluxos” consistem na circulação de materiais (matérias primas e materiais subsidiários) pelo conjunto de espaços e equipamentos que constituem o processo produtivo. Resumidamente, a tensão de fluxos permite reduzir os prazos de produção para que seja possível à empresa estar sincronizada da melhor forma possível com a evolução do mercado. A otimização dos procedimentos de desenvolvimento de novos produtos é bastante importante na metodologia LM. De forma a adaptar as empresas às flutuações dos mercados, é importante ter a capacidade de desenvolver em tempo recorde novos produtos. O tempo de desenvolvimento é um fator decisivo, e por este motivo é essencial reduzir o tempo de ciclo de desenvolvimento de novos produtos, economizando tempo e realizando o máximo de etapas possíveis em paralelo ou em sobreposição. Relativamente à atitude prospetiva em relação aos clientes, uma empresa deve reagir de forma rápida e dotar-se de uma estrutura ágil e ativa, além de desenvolver órgãos para que consiga ouvir a sociedade. Para isso é necessário um grande esforço nesse sentido, através de um sistema de estudo de mercado permanente e o mais completo possível para que consiga identificar as necessidades dos clientes (Courtois, Pillet & Martin-Bonnefous, 2011; Womack & Jones, 1996).

1.6.2. Ferramentas de *Lean Management*

A LM dispõe de muitos métodos e ferramentas, embora não sejam aplicáveis de forma igual em indústrias de pequena e grande dimensão. No seguimento serão abordadas apenas as ferramentas da LM que de alguma forma influenciaram a metodologia de trabalho durante o estágio realizado.

A metodologia 5S representa as cinco iniciais de palavras japonesas (tabela 4) que têm como objetivo principal organizar as diferentes atividades de arrumação, de organização e de limpeza do posto de trabalho, procurando sempre melhorar a sua situação atual (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2011).

Tabela 4. Definição da metodologia 5S (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2011).

Seiri (Separar)	Definir o material necessário para que todas as operações relativas ao posto de trabalho sejam realizadas, além de descartar todo o material que seja considerado desnecessário no posto de trabalho.
Seiton (Arrumar)	Organizar os materiais realmente necessários, através da sua identificação e alocação num local específico de forma a facilitar a busca do material.
Seison (Limpar)	Manter o local de trabalho limpo e agradável para os operadores que o ocupam. É importante que os postos de trabalho estejam munidos com o material necessário para realizar essas limpezas.
Seiketsu (Normalizar)	Normalizar os procedimentos e definir normas para que todas as alterações conseguidas até este ponto sejam mantidas. Aplicar todas as melhorias conseguidas nos postos de trabalho de forma a uniformizar toda a organização.
Shitsuke (Manutenção)	Garantir o cumprimento das tarefas referidas anteriormente, através de controlo operacional ou auditorias periódicas. Esta é uma das etapas mais difíceis de implementar dado que por norma as pessoas são resistentes à mudança.

A implementação da metodologia 5S deve traduzir-se através do envolvimento de todos os colaboradores, sendo por isso fundamental trabalhar em equipa. A sua implementação baseia-se principalmente na motivação dos colaboradores e na formação sobre este método de trabalho.

Um dos principais pilares do LM, o método *Kaizen*, deriva das palavras japonesas “*Kai*”, que significa “mudança”, e “*Zen*” que significa “para melhor”. Estas duas palavras juntas significam melhoria contínua. Esta metodologia tem como objetivo eliminar desperdícios de forma contínua e gradual, com a intenção de aumentar a produtividade, tendo como meta a obtenção da perfeição. É fulcral o envolvimento de todos os colaboradores da empresa para que os resultados da sua aplicação sejam visíveis (Imai, 1986).

Segundo Imai (1986), a metodologia *Kaizen* possui três pontos-chave para que se atinja a sua implementação com sucesso:

***Everybody* (todas as pessoas)** – participação de todos os colaboradores da empresa, desde a gestão de topo até aos operadores, procurando a mudança e a inovação. Otimização dos recursos disponíveis que pressupõe a criação de equipas com várias valências, para que as diferentes tarefas sejam atribuídas ao colaborador mais qualificado para a realizar, conseguindo-se atingir os objetivos com uma maior eficiência e eficácia;

***Everyday* (todos os dias)** – implementação do espírito *Kaizen* diariamente para que se torne uma rotina da empresa e de todos os colaboradores;

***Everywhere* (todas as áreas)** – propagação da metodologia em todas as áreas da empresa para implementação da melhoria contínua.

O *Standard Work* é também uma importante ferramenta da LM, sendo composto por um conjunto de procedimentos de trabalho que visa normalizar métodos e sequências para cada tarefa realizada pelos colaboradores (The Productivity Press Development Team, 2002). De acordo com Feng & Ballard (2008), a metodologia *Standard Work* define como realizar as operações num posto de trabalho de um sistema produtivo, impedindo que os operadores executem as operações de forma aleatória. Essa tarefa deve ser realizada seguindo estritamente o procedimento definido sem que exista margem para a improvisação, garantindo assim que a mesma tarefa leva o mesmo tempo a ser executada, e produz os mesmos resultados, independentemente do operador que está a efetuar o trabalho (Pinto, 2014).

Para a implementação do *Standard Work* é fulcral identificar e definir quais as melhores sequências de trabalho a executar. Posteriormente, é necessário documentar todas essas atividades que levam a uma maior eficiência na realização do trabalho. Posteriormente deve-se distribuir esses documentos pelos postos de trabalho adjacentes, e formar os colaboradores para efetuar as tarefas de acordo com o padrão definido como o mais eficaz e eficiente. Este método oferece melhorias no desempenho da empresa quase imediatas depois de implementado. Em alguns casos, a produtividade poderá aumentar 20% e o *lead time* (período entre o início e o fim de uma atividade) decresce até 30%, melhorando a qualidade, segurança, planeamento e a eficiência (Grichnik, Bohnen, & Turner, 2009).

Por fim, o método SMED (*Single Minute Exchange of Die*), que é aplicável à melhoria do procedimento de paragem programada das máquinas de papel abordado neste relatório. Esta metodologia foi desenvolvida por Siogeo Shingo e pode ser traduzida por “mudança de

ferramentas em poucos minutos”. Tem como objetivo reduzir os tempos de mudança de série, através da organização do posto de trabalho, até à sua automatização se for possível. A metodologia SMED distingue dois tipos de operações numa mudança de série, operações internas (IED – *Input Exchange of Die*) e operações externas (OED – *Output Exchange of Die*). As operações internas dizem respeito às intervenções que apenas podem ser realizadas com o equipamento parado, e as operações externas são aquelas que podem e devem ser realizadas com a máquina em funcionamento (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2011). Ao aplicar-se a metodologia SMED, pretende-se maximizar o número de operações externas e realizar estas antes de se parar a máquina para execução das operações internas.

1.7. Consignação LOTO (*Lock out/Tag out*)

O procedimento de consignação corresponde à transferência de responsabilidade de uma máquina, equipamento ou instalação, da equipa que a utiliza para uma equipa que procede às operações de manutenção, durante um intervalo de tempo determinado e nas condições acordadas. Isto para colocar uma máquina, equipamento de trabalho ou instalação, fora de serviço de forma a efetuar trabalhos de manutenção sem por em risco o equipamento ou os colaboradores que irão proceder aos trabalhos de manutenção (Pinto, 2016).

No dia 1 de setembro de 1989, a OSHA criou a norma 29 CFR 1910.147 “*The Control of Hazardous Energy*”, com o objetivo de estabelecer requisitos de conformidade de sinalização de bloqueio tendo em mira a indústria. Esta norma levou à criação do LOTO, processo de controlo da energia perigosa durante a intervenção em equipamentos (OSHA, 2002)

De acordo com a US Bureau of Labor Statistics (2016), em 2015 foram reportados, só nos Estados Unidos, um total de 722 acidentes fatais que resultaram do contacto com objetos e equipamentos durante a realização de tarefas de manutenção. A falha no controlo de energias perigosas representa 10% dos acidentes graves em várias indústrias. As energias perigosas incluem a energia elétrica, a energia mecânica, a energia hidráulica, a energia pneumática, a energia térmica e a energia química, podendo englobar outras fontes em equipamentos ou máquinas perigosas para os operadores. Durante uma tarefa de manutenção, um arranque inesperado ou a libertação de energia armazenada pode resultar em lesões graves ou na morte dos trabalhadores. Essas lesões podem resultar de vários

incidentes, uma válvula de vapor é automaticamente aberta, queimando os operadores que se encontram a reparar uma ligação a jusante da tubagem ou um tapete transportador encravado que repentinamente entra em funcionamento e esmaga o operador que se encontra a fazer a reparação (Sparkman, 2018).

A consignação LOTO tem como objetivo a separação das fontes de energia, o bloqueio do equipamento, a dissipação ou retenção da energia acumulada e a verificação da correta consignação. O procedimento de consignação LOTO (figura 3) vem acrescentar o processo de bloqueio (*lockout*) e de etiquetagem (*tagout*).

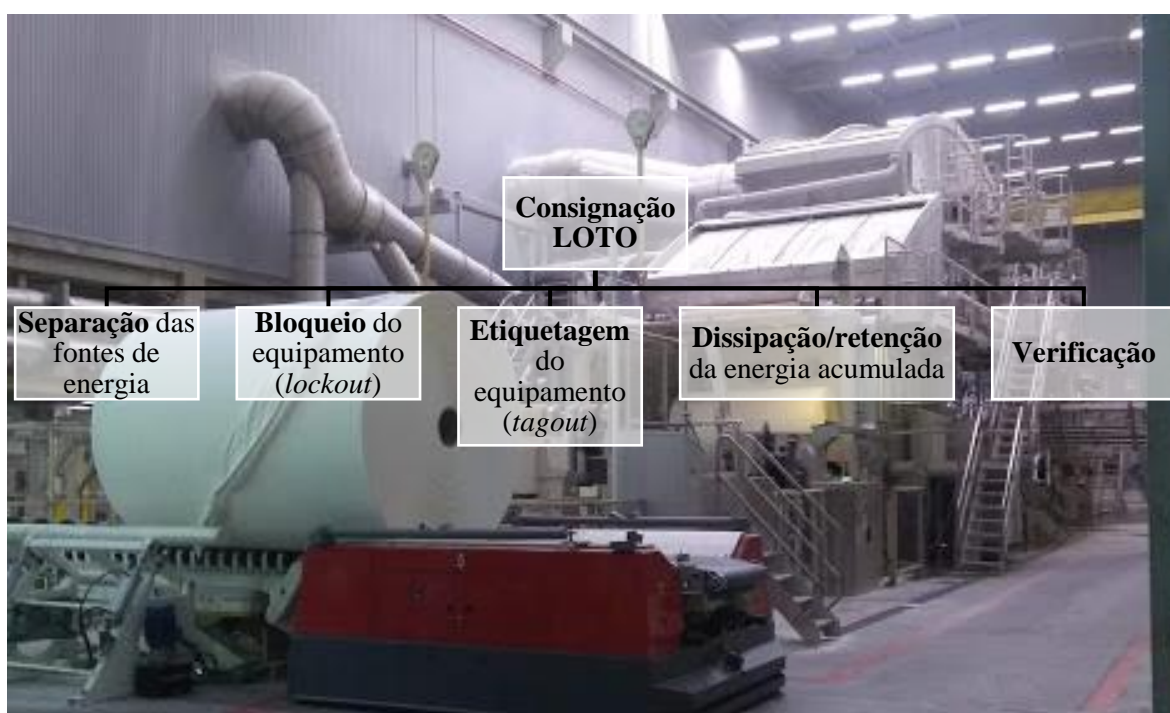


Figura 3. Diagrama de descrição do conceito de consignação LOTO.

Um programa LOTO estabelece políticas e procedimentos para a implementação desta metodologia na empresa. Deve incluir os seguintes elementos (Burlet-Vienney *et al*, 2009; Chinniah, 2010; ANSI/ASSE Z244.1, 2016; CSA Z460, 2013; Chinniah &Poisson, 2015):

- Identificação dos tipos de energias perigosas abrangidas pelo programa;
- Identificação dos tipos de equipamentos para o isolamento dessas energias;
- Identificação dos tipos de equipamentos a retirar a energia (desenergização);
- Seleção e fornecimento dos equipamentos necessários;
- Atribuição de papéis e de responsabilidades dentro da organização;

- Determinação das sequências de *shutdown*, retirar a energia, energização, e *start-up*;
- Procedimentos LOTO para máquinas, equipamentos e tarefas;
- Formação aos colaboradores da empresa;
- Auditoria ao programa implementado.

De acordo com Kay & Schuster (2018) o LOTO pode ser um procedimento que necessita de tempo e trabalho de forma intensiva, podendo ter um impacto negativo na produtividade dos trabalhadores e do equipamento. Em muitos casos, existem certos tipos de mudanças e tarefas de diagnóstico que são impossíveis de realizar por parte dos operadores sem que alguma fonte de energia esteja ativa. Esta situação pode levar a que os colaboradores se sintam incentivados a ignorar a consignação LOTO, o que coloca em causa a segurança dos operadores e do equipamento. É por isso sem surpresa que a rotina de consignação LOTO se encontra em 5º lugar nas dez principais infrações no posto de trabalho em 2017, de acordo com a OSHA (Druley, 2017).

A aplicação deste método em ambiente industrial é realizada normalmente através do bloqueio do interruptor principal na posição de “desligado”. Em equipamentos com fontes de energia pneumáticas ou hidráulicas, as tubagens e os reservatórios devem ser aliviados ou purgados até uma pressão zero. Os controlos do equipamento são depois bloqueados com cadeados pessoais para prevenir o arranque accidental do equipamento. A identificação de bloqueio deve ser retirada pelo mesmo operador que a colocou ou, em casos de mudança de turno, deve ser feita a troca do bloqueio com o respetivo colega que o irá substituir no trabalho que se encontra a ser realizado (Baldwin, 1990; Pinto, 2011).

O bloqueio envolve o efetivo processo de bloqueio dos equipamentos e a sua sinalização (figura 4). É um método de bloqueio do equipamento, para que este não entre em movimento, colocando os trabalhadores que se encontram a realizar a tarefa de manutenção em segurança. Consiste na colocação de um dispositivo de bloqueio externo num dispositivo de comutação de energia do equipamento ou da instalação, que tem como principal objetivo garantir que o equipamento que está a ser intervencionado não possa ser acionado até que o dispositivo de bloqueio seja removido. O dispositivo de bloqueio é normalmente um cadeado, que mantém o dispositivo de comutação de energia numa posição de segurança, prevenindo a energização da máquina ou equipamento (Eurisko, 2008).

De acordo com Yamin *et al* (2017) a falha na implementação eficaz do LOTO durante uma tarefa de manutenção é um grande risco para os operadores, contribuindo para 8% das fatalidades nos Estados Unidos e 15% das lesões não fatais investigadas pela OSHA no período entre 2005 a 2014 (OSHA, 2016). Também Chinniah (2015) identificou que um programa LOTO pobre e sem um comprometimento de todas as partes leva à existência de vários acidentes. Este estudo reporta que de um total de 106 acidentes registados durante a manutenção de equipamentos em Quebec no Canadá, existem 54 acidentes (51%) que correspondem à ausência completa do LOTO, ou a uma má utilização do mesmo, estando este já implementado nestas empresas. Constata-se então que ter um programa LOTO implementado não implica que este esteja a ser utilizado pelos operadores. Para Illankoon *et al* (2019), as deficiências na metodologia de consignação LOTO podem estar relacionadas com programas incompletos, a falta de passos nos procedimentos, a não interpretação dos procedimentos por parte dos utilizadores, a tendência para utilizar métodos alternativos sem uma avaliação de riscos e a ausência de supervisão e coordenação dos subcontratados (Dewi & Zebua, 2018).

O procedimento de consignação LOTO é normalmente aplicado nas centrais de produção de energia elétrica devido ao elevado número de equipamentos existentes nas instalações e à sua complexidade de manutenção, além do elevado número de colaboradores empregues a estas tarefas, na sua maioria externos à empresa. Embora seja comum a sua aplicação nos Estados Unidos da América em todos os tipos de indústria, em Portugal a sua utilização ainda não é tão abrangente, sendo já empregue em empresas de maior dimensão e com uma grande quantidade de equipamentos, além de ter grande parte da manutenção feita por colaboradores externos à empresa, como é o caso da Nestlé, da Pegop e da Europac.

Para a execução de todo o processo de implementação de consignação LOTO foram tidas em conta as seguintes disposições legais nacionais, normas UNE-EN (de Espanha) diretamente implicadas e outras normas internacionais:

- Decreto-Lei 50/2005, de cumprimento obrigatório, pelo qual se estabelecem as disposições mínimas de segurança e saúde para a utilização dos equipamentos de trabalho pelos trabalhadores;
- Decreto-Lei 103/2008, pelo qual se estabelecem as normas para a comercialização e colocação em funcionamento das máquinas;

- OSHA 29CFR 1910.147 – “*The control of hazardous energy*”;
- Norma UNE-EN 1037 – “*Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva*”;
- Norma UNE-EN 60204-1 – “*Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales*”;
- Norma UNE-EN 982 – “*Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Hidráulica*”;
- Norma UNE-EN 983 – “*Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática*”;
- ISO 14118:2017 – “*Safety of machinery: Prevention of unexpected start-up*”.

A referência às normas espanholas deve-se à empresa responsável pela implementação do LOTO na Renova, a Iturri. A Iturri é um grupo espanhol que trabalha na área de segurança industrial e do ambiente, utilizando como base para esta metodologia as normas referentes à segurança de equipamentos em Espanha.

1.8. Caracterização da Renova – Fábrica de Papel do Almonda

A filosofia da organização da Renova assenta em três pilares fundamentais, a internacionalização, a inovação e a sua marca. Neste subcapítulo é retratada a história da empresa, a sua situação atual e a visão para o futuro. Descreve-se também como está organizada internamente e os produtos que comercializa e que desenvolve no departamento de inovação, área fulcral e pela qual se destaca internacionalmente.

1.8.1. A história da Renova

A Renova, fundada em 1939 no conselho de Torres Novas, é uma empresa que desenvolve a sua atividade na produção e comercialização de produtos de consumo sendo constituída por três unidades industriais, duas em Portugal, localizadas junto à nascente do rio Almonda (figura 5) (Renova 1 e Renova 2), e uma terceira unidade (Renova 3) localizada em Saint-Yorre, França (Renova, 2019).

Antes da fundação da Renova a produção de papel já era tradição em Torres Novas. Em 1818, existia no local onde se encontra a Renova 1, uma fábrica constituída por um simples moinho de papel, fundado por Domingos Ardisson, tendo escolhido como marca de água da primeira folha manufaturada nas margens do rio Almonda a marca Renova. No final do ano de 1862 eram já conhecidas três fábricas de papel nas suas imediações suas imediações, sendo o papel produzido artesanalmente e seco ao ar. Apenas a partir de 1939, com a constituição da “Fábrica de Papel do Almonda, Lda.” Foi instalada uma pequena unidade industrial, alimentada pela energia produzida por uma turbina hidroelétrica utilizando a água da nascente do Rio Almonda, sendo todo o papel ainda produzido a partir de trapos e papel velho (Renova, 2019).



Figura 5. Nascente do rio Almonda, situada no interior das instalações da Renova.

Corria o ano de 1943 quando, com uma mudança de paradigma, é implementada a primeira máquina de papel industrial (Máquina 1) iniciando a sua produção em 1951 com a produção de papel de embalagem, impressão e escrita. No ano de 1955 a Renova dá início à produção de papel crepado através da instalação da Máquina 2, entrando desta forma numa área que viria a revolucionar todo o seu futuro, a produção de produtos de papel de uso doméstico e sanitário. A década de 60 fica marcada pela continuação no investimento em novas máquinas de produção de papel, sendo concretizado um investimento intercalar na

Máquina 3, em 1968, e na Máquina 4 no ano de 1972, esta última totalmente especializada no fabrico de papel *tissue* (Renova, 2019).

Com o desenvolvimento da especialização e fabricação do papel *tissue*, a Renova expande as suas instalações construindo uma nova fábrica, a Renova 2, que ampliou substancialmente o alcance da Renova e dos seus produtos. É nesta altura que é instalada a Máquina 5 (1982), a segunda máquina totalmente dedicada à produção de papel *tissue*, aumentando a capacidade de produção da empresa de 10000 para 30000 ton/ano. Devido ao crescimento das vendas da Renova em Portugal, e no mundo, e de forma a fazer face à estratégia de internacionalização, são feitos novos investimentos em infraestruturas e equipamentos no ano de 1992, como a criação da Divisão de Reciclagem e da Máquina 6, aumentando mais uma vez a capacidade de produção, agora de 30000 para 60000 ton/ano.

Em 2002, a Renova prossegue a sua estratégia de internacionalização com a entrada no mercado francês, e dando continuidade à sua estratégia de aposta em mercados inovadores, dinâmicos e competitivos. Em 2005 lança-se no mercado belga.

É em abril de 2005 que a expressão internacional da Renova aumenta exponencialmente através de um lançamento inesperado: o primeiro papel higiénico preto do mundo, no Salão “Maison & Object”, em Paris. Embora a intenção inicial fosse afirmar a diferença e carácter inovador num produto icónico, ao condensar num só objeto várias características chave da personalidade da marca Renova (qualidade, segurança, perfume, cor, embalagem), a fama do produto motivou um subsequente alargamento de gama e, sobretudo, uma rápida expansão da notoriedade da marca no mundo, com impacto positivo nos negócios internacionais da empresa. Distribuído em cerca de 60 países, da Austrália aos Estados Unidos, o produto tem ainda permitido, como resultado colateral mais digno de nota, exportações de outros produtos da Renova. Todo o trabalho da Renova tem sido também cada vez mais reconhecido a nível nacional e internacional. Exemplo disso é o facto de uma das melhores escolas de negócios do mundo, o INSEAD, ter em 2010 feito um caso de estudo sobre as práticas de marketing da empresa e o seu sucesso ao inovar num produto previamente considerado uma “*commodity*” (Renova, 2019).

A globalização da marca “Renova”, em curso depois de 2005, é ainda um pequeno negócio que mesmo assim transportou o nome da marca aos cinco continentes, e permitiu a sua comercialização pioneira em dezenas de novos mercados. No caso de França, a

notoriedade da marca e o carácter inovador dos produtos conduziram a organização a reforçar a sua presença neste território e a criar um novo local de produção. A atividade industrial foi assim reforçada com a Fábrica 3 localizada em Saint-Yorre (Renova, 2019).

Finalmente, no ano de 2016 foi iniciado o projeto de ampliação da Fábrica 2, com implementação de uma nova máquina de papel *tissue*, a Máquina 7, sendo esta a primeira máquina na Europa da tecnologia NTT. A tecnologia NTT foi desenvolvida para alcançar um elevado grau de flexibilidade, de forma a permitir integrar numa única máquina de produção dois modos distintos de operação, convencional e texturado. No modo convencional existe uma elevada relação custo-eficiência, pois é conseguida a produção de volumes elevados de *tissue* com boa maciez e consumos de energia reduzidos. O modo texturado permite a produção de papel *tissue* de elevada qualidade, com mais espessura e maciez, assim como um grau de absorção significativo. No modo texturado é também possível alcançar uma diminuição do consumo de fibras por via do aumento da espessura. A mudança entre modos é realizada de forma simples e rápida. Esta nova tecnologia, baseada num processo simples e inovador, viabiliza o aumento da capacidade de produção ao mesmo tempo que permite a produção de papéis *tissue* de elevada qualidade, permitindo o lançamento no mercado de produtos diferenciados e inovadores (Rågård, 2019).

1.8.2. A estrutura da Renova

A Renova tem bem definidas todas as áreas e funções existentes na empresa, promovendo continuamente uma grande e constante cooperação entre todas elas, para que seja possível melhorar processos e solucionar problemas. Através deste envolvimento é possível manter uma boa comunicação e fluidez na obtenção de informação.

Na figura 6 é possível verificar como se encontra dividida a estrutura organizacional da Renova, distribuída em sete serviços principais. Destacam-se o Departamento de Produção e o Departamento de Manutenção, principais intervenientes para a realização deste relatório.

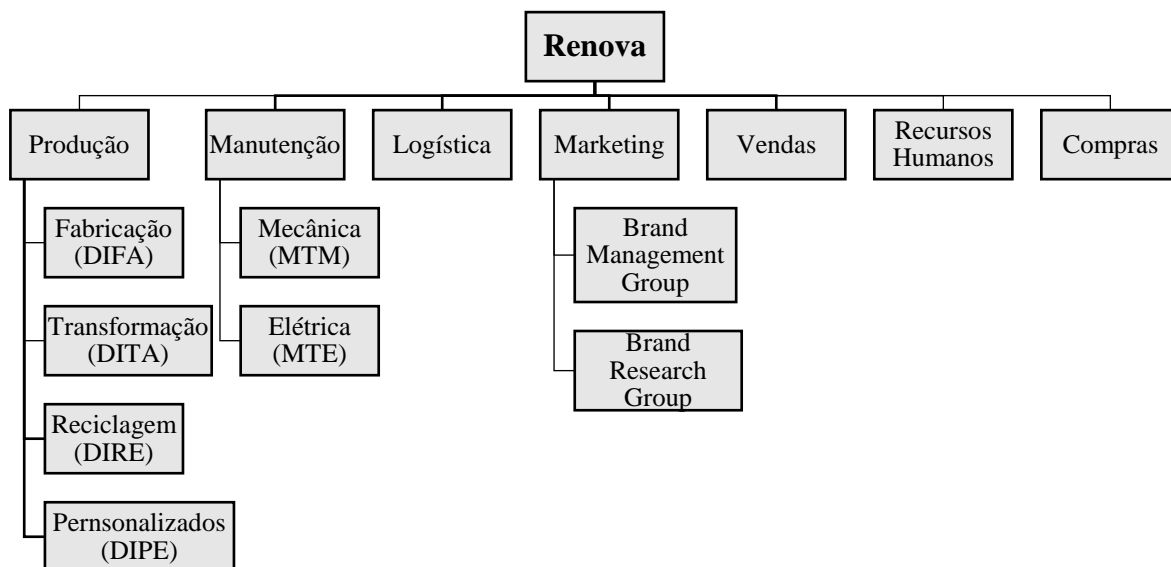


Figura 6. Estrutura organizacional da Renova.

O Departamento de Produção divide-se em vários subdepartamentos que fazem o processamento de diferentes matérias-primas até à obtenção do produto acabado. Neste departamento está inserida a Divisão de Reciclagem (DIRE), a Divisão de Fabricação (DIFA), a Divisão de Transformação (DITA) e a Divisão de Personalizados (DIPE).

A DIRE é essencial ao atual processo produtivo da Renova, uma vez que devido ao elevado preço da pasta virgem o papel reciclado é uma forma de obter matéria-prima mais barata, contornando desta forma um problema que tem aumentado nos últimos anos. Até ao início de funcionamento da MP7, a DIRE era responsável por 50% da matéria-prima fibrosa utilizada pela DIFA, o que equivale a 35000 ton/ano de papel reciclado. O papel que segue para o processo de reciclagem tem origem interna (através do desperdício das linhas de transformação e das máquinas de papel) e externa (através da compra de papel velho a empresas que se dedicam à reciclagem de papel). No papel de origem interna o tratamento não necessita de ser tão intenso, mas no caso do papel de origem externa é necessário recorrer a um processo de despastilhagem (para retirar colas e revestimentos), destintagem e branqueamento (através do peróxido de hidrogénio). No final do processo de reciclagem é possível encaminhar o produto final diretamente por *pipeline* ou a granel, através de um processo de prensagem da pasta,

sendo depois transportado por caminhão. É também esta divisão que trata do tratamento de efluentes provenientes da Fábrica 2.

A DIFA, tem como objetivo a transformação da pasta virgem ou reciclada em bobines de papel *tissue*. Esta divisão é constituída por quatro máquinas de papel, da qual fazem parte a Máquina 4, localizada na Renova 1, e as Máquinas 5, 6 e 7, localizadas na Renova 2. A Máquina 4 produz neste momento grande parte do papel colorido produzido na Renova, devido à pequena dimensão do seu circuito que simplifica a limpeza da vestimenta e tinões, otimizando desta forma a produtividade, sendo o papel daí produzido encaminhado para a Fábrica 2 onde será realizada a sua transformação em produto acabado. Na Máquina 6 é produzido papel branco utilizado nos produtos que requerem um elevado ritmo produtivo, sendo alimentada em grande parte por pasta reciclada. Nas Máquinas 5 e 7, onde irá incidir o foco deste trabalho, e futura dissertação, é produzido papel com uma percentagem variada de pastas (pinho, eucalipto e reciclada) no caso da Máquina 5, enquanto na Máquina 7, o papel é obtido exclusivamente a partir de pasta virgem (pinho e eucalipto) tendo a vantagem de produzir papel texturado através da tecnologia NTT.

Através da matéria-prima produzida pela DIFA, a DITA tem como objetivo a transformação das bobines de papel *tissue* em produto acabado. A DITA é composta por três áreas diferentes, os Rolos (Papel Higiénico e Rolos de Cozinha), as Dobras (Guardanapos, Toalhas de Mão, Lenços de Bolso e Faciais) e os Industriais (Rolos Industriais). Esta é uma divisão em que a ferramenta de *Lean Management* de melhoria dos tempos de mudança de série (Método SMED) tem um impacte enorme, uma vez que necessita de uma flexibilidade otimizada para as necessidades de produção, que dependem dos pedidos dos clientes e que leva à necessidade de alteração constante das especificações de operação das máquinas.

A DIPE utiliza como matéria-prima o papel *tissue*, em particular o mesmo papel utilizado na área das Dobras, tendo como principal objetivo a produção de produtos personalizados através de impressão. Esta área é também responsável pela produção de tintas que são posteriormente utilizadas na DITA.

O Departamento de Manutenção assume uma posição fundamental para o processo produtivo da Renova. É responsável por manter os equipamentos em conformidade de funcionamento e, em caso de paragem curativa ou preventiva, intervencionar com a maior

rapidez e qualidade para que o processo produtivo esteja parado o menor tempo possível. Hoje em dia a manutenção está dividida em duas áreas distintas, a manutenção mecânica (MTM) e a manutenção elétrica (MTE) onde se encontram inseridos os operadores da instrumentação. Este departamento garante a manutenção de toda a fábrica através de colaboradores internos e de colaboradores externos (subcontratados).

2. Trabalho desenvolvido

Foi feita uma avaliação geral de todo o circuito de produção e de todo o procedimento de manutenção preventiva planeada, que procura garantir o bom funcionamento do equipamento evitando paragens desnecessárias e quebras de produção, tendo em conta a futura implementação de ações que desencadeiem uma melhoria contínua nestes processos da PM5. No desenrolar deste acompanhamento foi tido como foco principal o objetivo do estágio, procurando sempre motivos de atrasos ao planeamento delineado e outros problemas relacionados com o procedimento de manutenção. O foco principal deste estágio passou pela implementação da metodologia LOTO na MP5 em paragens curativas e preventivas, e na MP7 em paragens preventivas, embora tenham sido identificadas necessidades de otimização que iriam além do objetivo proposto. A alteração de procedimentos e a introdução de novas operações ao planeamento fizeram parte dessa otimização, que será descrita de forma detalhada neste relatório.

Neste capítulo serão detalhados todos os objetivos a atingir durante a realização do estágio curricular, assim como as situações encontradas durante o acompanhamento dos vários processos e procedimentos que são passíveis de melhoria, assim como a possível solução encontrada para cada situação verificada. Será aplicada a metodologia *Lean*, procurando identificar movimentos desnecessários e subutilização dos recursos humanos disponíveis, além de desperdícios de tempos de espera que levam à perda de produtividade durante o processo de manutenção.

2.1. Objetivo do estágio

Este estágio curricular tem como principal objetivo a implementação de várias medidas que permitam melhorar todo o processo de consignação das máquinas de papel da Renova (MP5 e MP7) em paragens preventivas e curativas, através da implementação da metodologia de consignação LOTO. A implementação ou não das medidas sugeridas dependerá sempre da aceitação das mesmas por parte do departamento de produção da empresa.

A tabela 5 indica as diferentes fases do estágio realizado assim como os objetivos a atingir em cada etapa.

Tabela 5. Fases e objetivos a alcançar durante o estágio.

Fase	Objetivos do estágio
1	Análise da situação atual dos processos de manutenção das máquinas de papel 5 e 7 (MP5 e MP7)
2	Implementação da consignação LOTO em paragens programadas na MP7 e otimização dos tempos de consignação
3	Análise do circuito produtivo da MP5
4	Melhoria do processo de paragens programadas na MP5
5	Implementação da consignação LOTO na MP5
6	Tratamento dos resultados
7	Conclusões

2.2. Análise do estado atual dos procedimentos para paragem de manutenção preventiva na PM5

Tendo em foco o objetivo de apresentar de forma clara a situação atual do processo de paragem de uma máquina de papel na Renova, para que seja possível clarificar como todo o processo decorre desde a paragem do equipamento até ao seu arranque, utilizou-se uma metodologia descrita por Costa *et al.* (2013) e por Illankoon *et al* (2019). Estas metodologias têm como objetivo explicar detalhadamente todo o processo em análise e tem como base sete passos definidos (observação inicial, diálogo com os operadores, gravação em vídeo, descrição, classificação, duração e distância percorrida em cada tarefa e *spaghetti charts*), apenas não foi incluída a gravação em vídeo e a distância percorrida, uma vez que a sua aplicação não teria benefícios para esta análise.

De uma forma geral, e salvo apenas raras exceções, uma operação de paragem planeada para manutenção preventiva numa máquina de papel segue continuamente um planeamento geral que vai desde a limpeza dos locais onde intervir no equipamento através dos operadores até à desconsignação de todos os equipamentos que complementam a máquina de papel, para que seja possível dar início ao processo produtivo.

Esta análise irá centrar-se apenas na MP5 (máquina de papel 5), uma vez que este foi o equipamento acompanhado durante o estágio, fazendo algumas comparações com a MP7 (máquina de papel 7), onde o procedimento de manutenção já se encontra corretamente implementado e a consignação LOTO já está em funcionamento. Na figura

7 está descrito o procedimento realizado durante o processo de paragem das máquinas de papel na Renova.

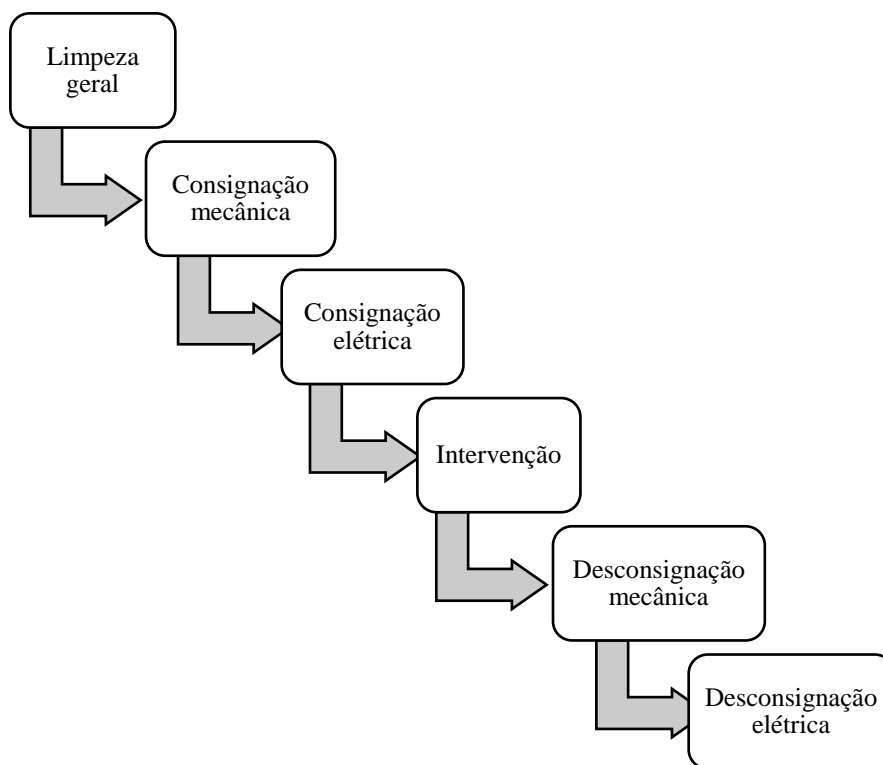


Figura 7. Sequência de operações de manutenção nas máquinas de papel.

As paragens programadas têm geralmente início às 07:00, sendo que anteriormente já foi realizada, pelos operadores da máquina em manutenção toda a limpeza do circuito de pasta (tanques e tinões) e da máquina de papel em geral, além da sinalização da área de atuação. Às 07:00 iniciam-se as tarefas de consignação elétrica e mecânica, como objetivo de colocar todos os equipamentos a intervencionar em segurança. As tarefas de consignação elétrica e mecânica são feitas de forma individual para cada equipamento a ser intervencionado (motores, bombas, ventiladores, etc.).

Todas as tarefas de manutenção a realizar durante a intervenção já estão previamente definidas e planeadas, estando cada uma delas associada a uma ordem de trabalho, daqui em diante referido como OT.

Para cada equipamento intervencionado é necessário um processo de consignação que poderá dividir-se em dois processos diferentes. A consignação elétrica, que é

realizada pelos operadores da manutenção elétrica, e a consignação mecânica que é realizada pelos operadores da máquina de papel intervencionada. A consignação elétrica é feita no início da paragem com uma equipa de dois eletricistas que se dirigem à sala de quadros onde se encontra o acionamento do respetivo equipamento e onde é desligado o seccionador. Relativamente à consignação mecânica, esta encontra-se a cargo dos operadores da máquina de papel, que geralmente passa pelo fecho de válvulas e abertura de purgas. A cada equipamento que é consignado e que se encontra disponível para a manutenção corresponde um registo de consignação. Este registo tem como objetivo garantir aos operadores que o equipamento já se encontra em segurança, e só após esse registo é possível dar início à abertura da OT em sistema SAP. A realização deste registo de consignação é da responsabilidade do condutor da máquina, sendo que é auxiliado pelo condutor de máquina do turno seguinte, que chega às 07:00 de forma a agilizar a abertura dos registos de consignação em SAP.

Terminada a intervenção de cada equipamento e após o fecho da OT, é feita a respetiva desconsignação e registo da mesma em SAP. Esta tarefa é realizada pelo condutor da máquina de papel, sendo este o único com autoridade para realizar esta tarefa. A partir do momento em que o equipamento está desconsignado este encontra-se pronto a entrar em funcionamento.

Após o acompanhamento de várias paragens programadas nas três principais máquinas de papel (MP5, MP6 e MP7) é possível verificar que existe alguma dificuldade em conseguir que a intervenção esteja terminada à hora prevista no planeamento, atrasando assim o arranque do equipamento em média uma hora. Após o acompanhamento de várias reuniões de *debriefing*, realizadas depois de cada paragem, é possível identificar várias causas para estes atrasos que serão elencadas de seguida:

1. A intervenção de um determinado equipamento apresentou um problema não identificado *a priori*, atrasando desta forma o final da mesma;
2. Durante o processo de consignação elétrica existe alguma dificuldade de saber a localização exata das respetivas gavetas de acionamento dos diferentes equipamentos. As identificações das gavetas encontram-se em alguns casos

trocadas e as listagens desatualizadas, o que dificulta o trabalho dos eletricitistas. Esta situação apenas se verificou na MP5;

3. A consignação mecânica dos diferentes equipamentos retira aos colaboradores, que vão realizar a intervenção, algum tempo de trabalho que seria útil na intervenção do mesmo. Uma vez que neste tipo de paragens os colaboradores afetos são subcontratados, é muitas vezes difícil saber os locais onde realizar uma correta consignação, sem que seja posta em causa a sua segurança e a integridade do equipamento;
4. Nos equipamentos localizados principalmente na zona húmida da máquina de papel, é possível verificar alguma dificuldade na sua intervenção, devido à grande quantidade de resíduos existentes, que se vão acumulando durante a produção. A limpeza da máquina é realizada durante a noite pelo condutor e o seu ajudante, não sendo possível realizar uma limpeza completa como pretendido pela manutenção.

Após uma análise geral, considera-se que numa perspetiva de implementação de possíveis melhorias ao processo de manutenção em paragens programadas, as causas apontadas nos pontos 2, 3 e 4 são os passíveis de realizar benefícios de uma forma mais imediata.

2.2.1. Arranque da operação de manutenção programada

O início da operação de manutenção programada é um período crítico, principalmente nas primeiras 4 a 5 horas, devido à quantidade de tarefas específicas a realizar pelos operadores da máquina. A paragem da máquina de papel é feita a partir das 00:00 horas, no turno 1, que está a laborar das 00:00 às 08:00 horas, tendo inicialmente o seu principal foco nas tarefas de limpeza (através de sopragem e lavagem com água sob pressão). Esta é uma tarefa com grande importância uma vez que vai preparar os equipamentos para os operadores de manutenção mecânica. No decorrer do processo produtivo a máquina de papel acumula uma grande quantidade de resíduos,

tanto na zona húmida como na zona seca. Na zona húmida existe a acumulação de resíduos de produtos químicos aplicados no processo, como floculantes, coagulantes e resinas, assim como detritos de pasta de papel que vão dificultar o acesso às zonas a intervencionar, e que colmatam os locais de desaperto de parafusos e porcas. No caso da zona seca existe também uma grande acumulação de pasta e pó de papel que muitas vezes é difícil retirar apenas com a utilização de ar comprimido. Além da limpeza geral à máquina de papel, é necessário purgar e lavar os tinões de pasta que vão ser alvo de ação por parte da equipa de manutenção, além de existir a necessidade de em algumas paragens retirar a teia e o feltro, tarefa que poderá necessitar de um longo período de tempo. Pelos motivos enumerados anteriormente esta tarefa é vista por todos os responsáveis de produção/manutenção e operadores como fundamental para um bom início de trabalhos de manutenção na máquina de papel.

2.2.2. Consignação elétrica

O procedimento de consignação elétrica é significativamente díspar entre a MP5 e MP7. No caso da MP7 existem seccionadores na proximidade de grande parte dos equipamentos (motores, agitadores, etc.) de forma a facilitar a consignação dos mesmos (figura 8).

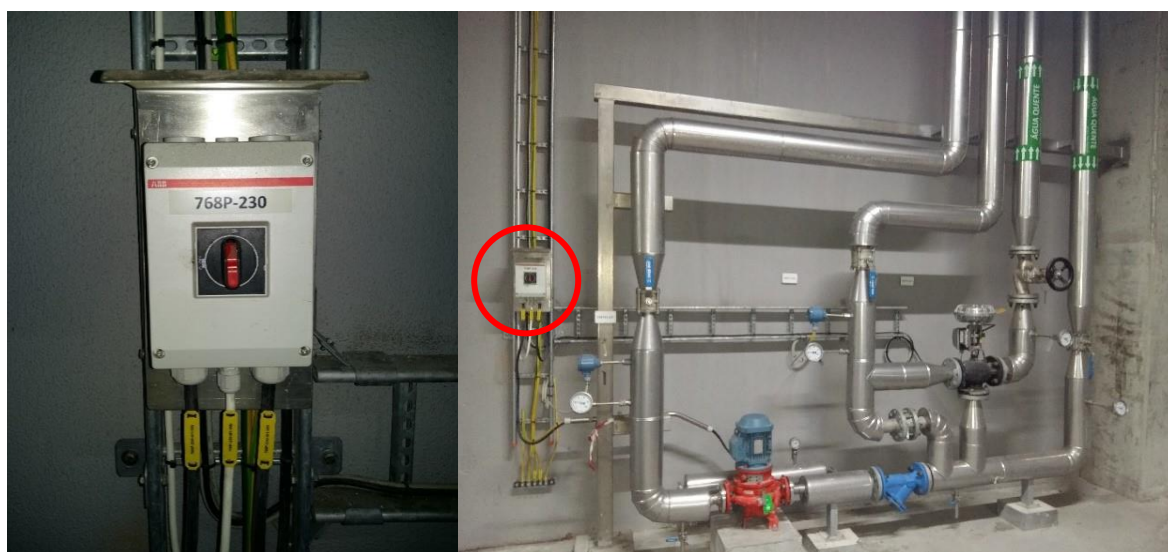


Figura 8. Seccionador para consignação elétrica da bomba 768P230, localizado junto ao equipamento.

No caso de equipamentos de maior potência, a consignação é realizada na sala de quadros da MP7. Esta sala tem uma organização completamente diferente das restantes, tendo identificação clara e inequívoca em todos os armários e gavetas, facilitando o trabalho dos eletricitas responsáveis pela consignação como se pode ver na figura 9. Esta situação poderá ter como principal justificação o facto desta máquina de papel ser recente, pois entrou em funcionamento apenas em 2017.



Figura 9. Interior da sala de quadros da MP7.

A consignação elétrica na MP5 funciona de forma bastante diferente e apresenta várias dificuldades. Para efetuar este procedimento, os eletricitas encaminham-se para a sala de controlo e solicitam as referências dos motores já disponíveis para consignar, sendo estas referências registadas em papel que os eletricitas levam consigo. No momento da chegada à sala de quadros, a manutenção elétrica depara-se com mais uma dificuldade, a identificação dos quadros e gavetas. Em muitos casos os equipamentos encontram-se identificados de forma pouco clara, com a descrição dos equipamentos antigos, designação trocada ou até mesmo escrita a lápis ou caneta como ilustra a figura 10.



Também a lista de equipamentos existente na sala de quadros da MP5, elaborada pela Manutenção Elétrica não está atualizada. Na listagem (figura 11) é possível verificar a existência de atualizações feitas a caneta ou lápis e não informaticamente, tornando a mesma pouco fiável. Devido à falta de uma correta atualização é comum encontrar nesta listagem equipamentos que se encontram fora de serviço, embora isso não esteja evidenciado na mesma.

Durante o acompanhamento do processo de consignação, foi possível interpelar vários operadores da manutenção elétrica que consideram que este é um problema que

tarda em ser resolvido e que acarreta dificuldades nas tarefas de manutenção. Se para os eletricitas com vários anos de trabalho na Renova os locais dos seccionadores dos equipamentos já estão memorizados, no caso de operadores da manutenção ainda em formação e com pouca experiência nas instalações este é um problema real. Esta situação é ainda mais grave se adicionado o facto de hoje em dia existir uma grande rotação de colaboradores na empresa, que poderá levar à perda de tempo de forma desnecessária na procura dos locais onde se encontram as gavetas dos equipamentos ou ainda mais grave, a ocorrência de consignações de forma incorreta.

Procurando apresentar de forma mais simplificada o problema, a figura 12 mostra um *Spaghetti Chart* que evidência a situação descrita anteriormente no que diz respeito às movimentações dos eletricitas.

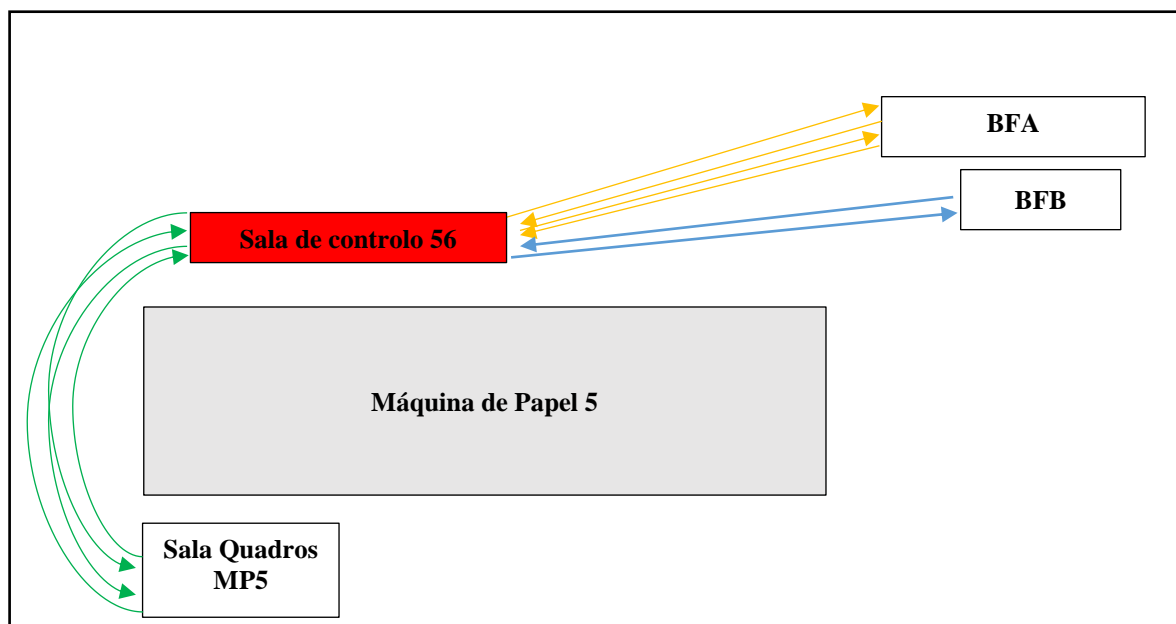


Figura 12. *Spaghetti Chart* descritiva das movimentações dos eletricitas durante a consignação elétrica em paragens planeadas.

2.2.3. Consignação mecânica

O procedimento de consignação mecânica é realizado pelos operadores da máquina de papel, uma vez que estes conhecem todos os equipamentos inerentes ao equipamento. Estes podem ter o auxílio dos serralheiros e operadores da manutenção mecânica em determinados equipamentos que apresentem maior dificuldade.

Os casos da MP7 e MP5 são bastante distintos um do outro. No caso da MP7 já existe um planeamento de consignação mecânica implementado, tal como na consignação elétrica. Em relação à MP5 não existe este planeamento de consignação, sendo esse um dos principais objetivos deste estágio. Existem várias dificuldades que podem interferir na obtenção de uma paragem planeada com sucesso, uma vez que alguns dos colaboradores têm dificuldade em realizar uma consignação de forma correta devido à inexistência de procedimentos para a realização da mesma.

Antes da consignação mecânica os operadores da manutenção que irão intervir nos equipamentos da MP5 dirigem-se à cabine de controlo às 08:00 horas para dar início à abertura das ordens de trabalho, sendo que para a realização deste procedimento com sucesso, é necessário que a consignação elétrica esteja já concluída. Verificou-se durante o acompanhamento das paragens programadas na MP5 que isto não acontece. Embora vários equipamentos afetos à máquina já se encontrem consignados eletricamente às 08:00, quando os operadores da manutenção chegam para iniciar a intervenção, muitos deles têm de aguardar para que seja feita a consignação elétrica do equipamento que pretendem intervencionar. Esta situação leva a que exista logo à partida um atraso e consequentemente um desperdício de pessoal, uma subutilização, uma vez que não podem realizar a tarefa que lhes está atribuída. Desta forma, a Renova está a pagar horas de trabalho que não estão a ser rentabilizadas e começa aqui o atraso para todo o planeamento delineado na preparação da paragem. Com o avançar do tempo, a espera para abrir os registos de consignação e ordens de trabalho aumenta, verificando-se neste ponto um gargalo, sendo que de acordo com Courtois *et al* (2011) um gargalo é “um recurso de produção cuja capacidade de produção não permite responder às necessidades do mercado”, ou seja, onde um ponto de produção tem uma capacidade nitidamente inferior à dos restantes.

2.2.4. Registos de Consignação e Ordens de Trabalho em sistema SAP

Tal como referido no subcapítulo 2.2.3, antes de iniciar qualquer trabalho de intervenção em qualquer equipamento da MP5 é necessária a abertura do registo de consignação e das ordens de trabalho em sistema SAP. Neste ponto existe alguma dificuldade e perda de tempo devido à extensa lista de ordens de trabalho a registar. Visto

Durante o acompanhamento do processo de paragens planeadas verificou-se que o operador responsável pela abertura dos registos de consignação eliminava várias instruções de medidas exceto o ponto “outras medidas de consignação”, desperdiçando tempo de forma desnecessária a apagar estas medidas genéricas que muitas vezes ultrapassam as 20, esta situação repete-se em todos os registos de consignação. Caso se considere que em cada paragem existem aproximadamente 50 registos para realizar e que por cada registo o operador tem de eliminar 20 instruções para que seja aberto esse registo então é possível afirmar que são despendidos cerca de 30 minutos na abertura destes registos de consignação em SAP de forma desnecessária.

Na figura 13 é possível verificar que nenhuma das medidas de consignação a realizar remete para a consignação elétrica, sem que esteja descrito o local onde esta deve ser realizada (designação da sala de quadros, do armário e da gaveta). Esta é uma das situações que após interpelar os eletricitas responsáveis pela consignação elétrica deveria ser melhorada, caso existisse essa identificação descrita nas medidas a tomar a sua localização e consignação seria agilizada.

2.3. Estudo do circuito do processo produtivo da MP5

Numa fase inicial de trabalho na MP5 foi necessário realizar o mapeamento dos vários circuitos existentes. Desde o circuito principal do processo, o circuito da pasta, até ao circuito de água fresca, de águas clarificadas e super clarificadas, de vapor, de água quente, de vácuo e de ar comprimido. Procurando estudar o circuito da pasta, que tem início nos *pulpers*, passando pelos diferentes tinões, cabeça da máquina, cilindro *yankee* e por fim a enroladeira, foi essencial rever todo o circuito, uma vez que ao longo dos anos têm sido feitas alterações sem que estas tenham refletido na atualização dos documentos. A figura 14 apresenta todo o circuito de pasta, identificando os diferentes processos de preparação até à formação da folha e o seu respetivo enrolamento.

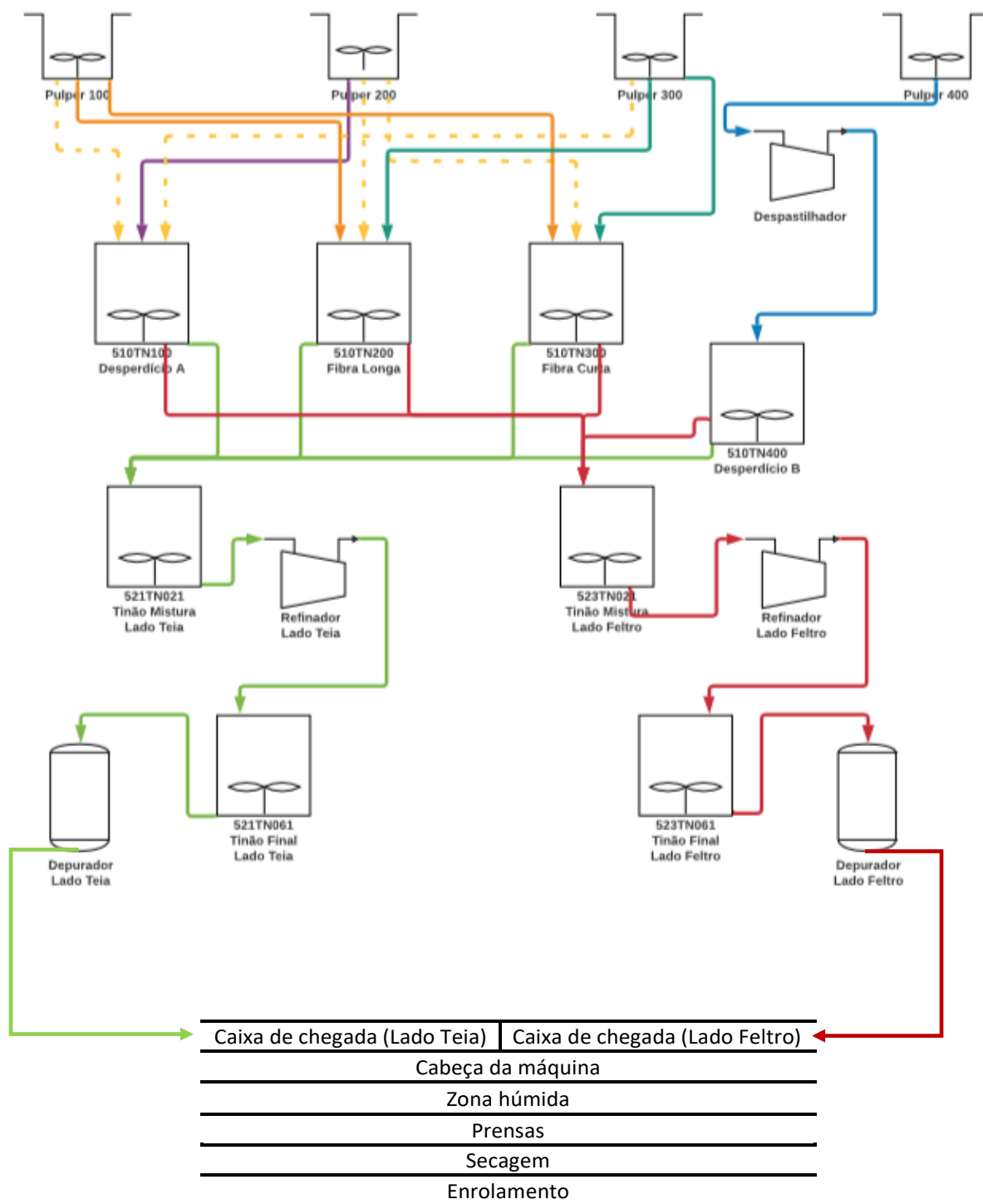


Figura 14. Circuito da pasta no processo produtivo da MP5.

O circuito de produção (figura 14) não é fixo, uma vez que o processo produtivo da MP5 pode ser abastecido de fibra virgem, de papel de desperdício ou de fibra reciclada, além de ter a capacidade de produzir papel de cor, adaptando-se ao fabrico de vários tipos de papel *tissue*. Esta gestão é feita pelo departamento de fabricação e pelos próprios operadores, que controlam a percentagem de pasta virgem, de pasta reciclada ou de desperdício a introduzir no processo, o número de refinadores a utilizar e o funcionamento ou não de processos complementares como a introdução de agentes de resistência em húmido.

O processo de produção tem início na área de desagregação, onde a matéria-prima é introduzida em *pulpers* agitados em que é adicionada água. É nesta fase que podem, ou não, ser introduzidos produtos que dão ao papel as propriedades necessárias para o seu objetivo final. Após a sua desintegração, a pasta segue para o seu respetivo tinão, tanques munidos de agitadores para que a pasta não sedimente, sendo que o tinão de destino pode ser o tinão de desperdício, o tinão de fibra longa ou o tinão de fibra curta. A partir desta fase a pasta é distribuída em apenas dois tinões, o tinão de mistura do lado da teia e o tinão de mistura do lado do feltro, de acordo com a percentagem de cada matéria-prima determinada pela ficha de especificação do produto que está a ser produzido. A estes dois tinões é ainda adicionada a pasta que é aproveitada do *pulper* de desperdício da máquina (*pulper 400*), que tem origem nas quebras da máquina. Este desperdício antes de entrar nos tinões de mistura, referidos anteriormente, passa num despastilhador com o objetivo de individualizar as fibras e eliminar possíveis agregados que iriam prejudicar todo o processo. Após a mistura dos diferentes tipos de pasta em cada tinão, esta segue para um processo de refinação, operação que consiste no tratamento mecânico das fibras com o objetivo de melhorar a sua capacidade de ligação. Posteriormente, a pasta é de novo enviada para os dois tinões finais, que novamente se dividem em lado teia e lado feltro. Antes de chegar à *headbox*, a pasta entra ainda num processo de depuração, que tem como objetivo retirar possíveis aglomerados de fibras que caso não fossem extraídos iriam causar dificuldades na formação da folha de papel *tissue*. Após a extração destes aglomerados, a pasta chega à caixa de chegada respetiva, a do lado feltro e a do lado teia, sendo posteriormente depositada na teia onde terá início o processo de extração de água e formação da folha de papel. A formação termina com

o processo de secagem (através do secador *yankee* e das *hottes*) e do enrolamento da bobine de papel.

Os restantes circuitos estão inseridos em pontos essenciais do processo produtivo, não tendo uma complexidade tão extensa que justifique a apresentação do mesmo em detalhe, embora também tenha sido necessário rever todo o circuito e validar todas as alterações realizadas nos últimos anos. Os circuitos que complementam o processo produtivo são:

Circuito de água quente: circuito que alimenta as regadeiras de alta e baixa pressão responsáveis pela limpeza da teia e do feltro.

Circuito de água fresca: circuito que alimenta a máquina de papel para regulação do caudal de água e que alimenta o circuito de diluição a montante das bombas dos vários tinões.

Circuito de água clarificada: circuito que alimenta o controlo de consistência (diluição) à saída dos tinões, a lavagem das bombas, as mangueiras para lavagem de equipamentos e os tinões onde são feitas as cargas para alimentação à *headbox*;

Circuito de água super clarificada: circuito que alimenta as regadeiras de lavagem dos rolos da máquina de papel e a regadeira de lavagem do filtro do clarificador *krofta*;

Circuito de vapor: circuito responsável pela alimentação de vapor ao cilindro *yankee* para a secagem do papel;

Circuito de vácuo: circuito responsável pela alimentação de vácuo para o auxílio do enrolamento do papel na zona da enroladeira e de alimentação às caixas de vácuo e rolo de sucção para a extração do excesso de água no processo de formação do papel.

2.4. Implementação da consignação LOTO

No decorrer do estágio desenvolvido, o principal foco foi a implementação da consignação LOTO na (MP5) como já foi referido. Para entender todo o funcionamento do sistema LOTO, foi inicialmente proposto colaborar na conclusão da implementação desta metodologia na MP7. Nesta o sistema de consignação LOTO já se encontrava implementado

para procedimentos de manutenção curativa, ou seja, em caso de avaria do equipamento. Faltava ainda a implementação da metodologia nos procedimentos de manutenção preventiva. Através da implementação do LOTO em paragens programadas seria possível adquirir o *know-how* para que fosse possível passar à próxima fase e seguir para a implementação desta metodologia na MP5, tanto no decorrer de processos de manutenção curativa como de manutenção preventiva.

2.4.1. Procedimento de consignação LOTO implementado na Renova

O programa de consignação LOTO implementado na Renova estabelece as diferentes funções e responsabilidades dos colaboradores afetados de forma direta ou indireta pelo procedimento:

Responsável de Segurança: colaborador que coordena e supervisiona os trabalhos realizados pelos colaboradores cumprindo com os objetivos da organização. Responsável pela implementação do plano de consignação na empresa e de vigiar o seu cumprimento;

Gestor de Área: assegura que são adotadas as medidas necessárias para que os trabalhos realizados nas máquinas sejam feitos com garantias de segurança para os trabalhadores, e por sua vez para que as instalações permaneçam com as referidas medidas de segurança frente a colocações em funcionamento intempestivas. Também tem a função de formar os trabalhadores sobre os procedimentos de consignação das máquinas onde devam intervir e garantir o seu cumprimento;

Responsável de Manutenção: tem como função supervisionar o cumprimento do procedimento de teste, passível de ocorrer no procedimento de consignação. Será o responsável por informar os operadores do teste no equipamento, de retirar e voltar a colocar o bloqueio correspondente e colocar a sinalização de “Teste”.

Operador da Máquina: vigia o cumprimento do procedimento de consignação estabelecido para a manutenção e/ou reparação potencialmente perigosa de máquinas e/ou equipamentos. É responsável pela colocação dos dispositivos de bloqueio nas fontes de energia (colocação dos cadeados vermelhos). Além disso, tem como função abrir o registo

de consignação com a respetiva ordem de trabalho correspondente, para assegurar-se de que o trabalho é realizado por pessoas capacitadas e autorizadas para o efeito.

Operadores de Manutenção (colaboradores autorizados): são responsáveis pela correta aplicação dos procedimentos de bloqueio, assim como pelo bom uso e manutenção do material necessário para realizar os bloqueios (cadeados amarelos).

Colaboradores externos: são os colaboradores subcontratados pela Renova, que vão realizar trabalhos corretivos sobre os equipamentos. Estes têm de se adaptar ao procedimento LOTO implementado pela Renova e terão de ser autorizados pelo operador da máquina a intervir no equipamento.

O processo de consignação implementado é baseado em seis passos principais, nos quais apenas vão intervir colaboradores afetos à Renova. Através do fluxograma do procedimento de consignação (figura 15) é possível verificar os passos a seguir para a correta consignação do equipamento.

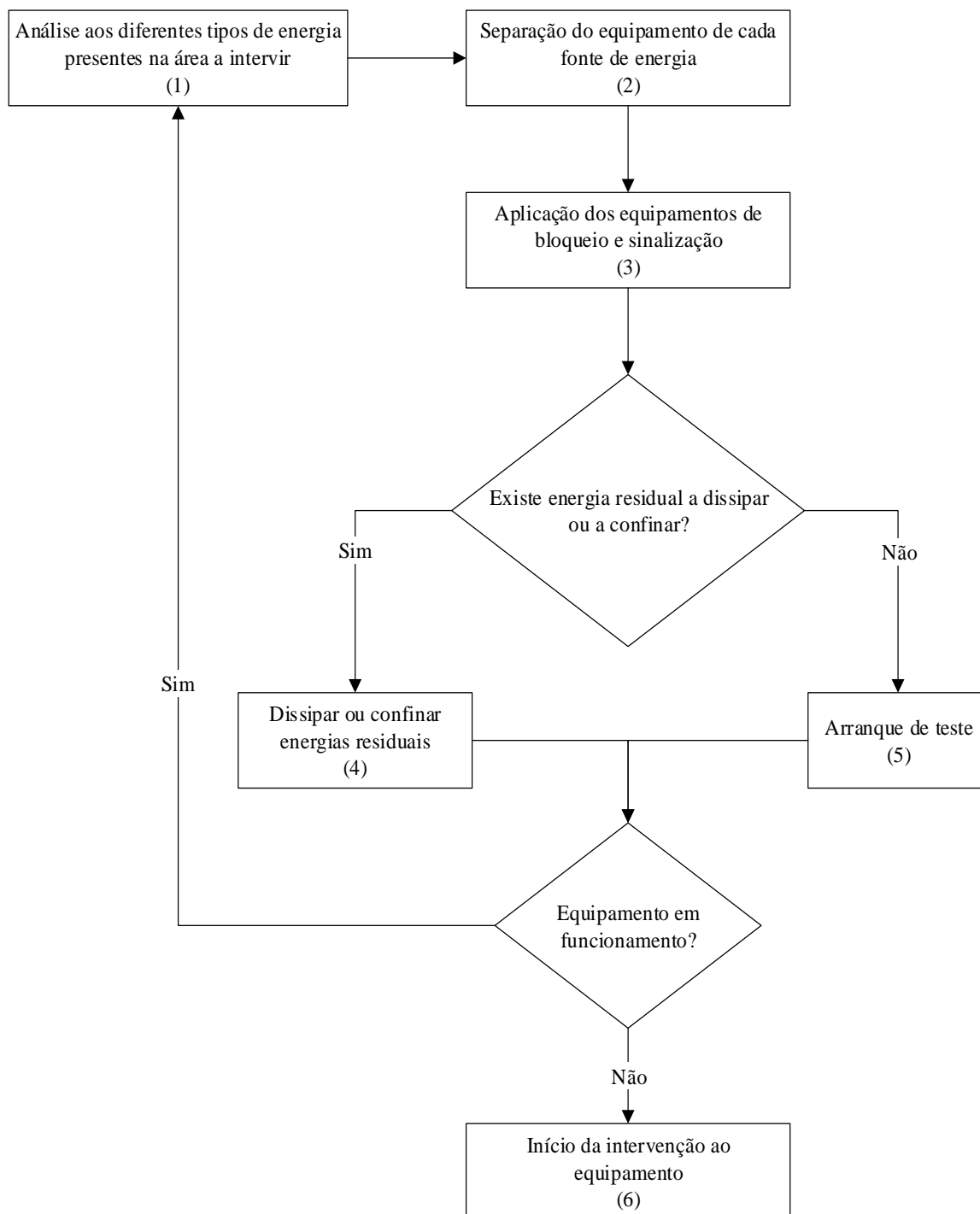


Figura 15. Fluxograma de procedimento de consignação LOTO na Renova.

Os seis passos que compõem o fluxograma de consignação (figura 15) têm responsáveis estipulados para a sua execução e são considerados os passos principais para a correta aplicação da metodologia LOTO.

Análise dos diferentes tipos de energias presentes na área a intervir (Passo 1): este procedimento tem como objetivo verificar quais as fontes de energia existentes no equipamento (energia elétrica, pneumática ou hidráulica) através da ficha de consignação do equipamento. Esta tarefa é da responsabilidade do operador da máquina;

Separação do equipamento de cada fonte de energia (Passo 2): procedimento que tem como objetivo desligar seccionadores e fechar as válvulas necessárias para o correto isolamento do equipamento das suas fontes de energia. Esta tarefa é da responsabilidade do operador da máquina;

Aplicação dos equipamentos de bloqueio e sinalização (Passo 3): etapa crucial na metodologia LOTO que tem o objetivo de bloquear os seccionadores e as válvulas da etapa anterior com recurso aos equipamentos de consignação. Esta é uma tarefa da responsabilidade do operador da máquina.

Dissipar ou confinar energias residuais (Passo 4): etapa em que é realizada a purga do equipamento a intervir (exemplo: purga de tubagem a montante e a jusante de uma bomba). Esta é uma tarefa da responsabilidade do operador da máquina.



Arranque de teste (Passo 5): etapa em que o operador da máquina tenta o arranque do equipamento no DCS de forma a comprovar que o mesmo se encontra corretamente desligado. Esta tarefa será responsabilidade do operador da máquina.

Início da intervenção ao equipamento (Passo 6): início dos trabalhos pelos operadores da manutenção ao equipamento, identificando os equipamentos onde intervir com o cadeado amarelo na respetiva caixa. Este passo é da responsabilidade dos operadores da manutenção.

Na metodologia de consignação LOTO, a principal etapa do procedimento é o bloqueio/etiquetagem e o desbloqueio do equipamento, utilizando para isso os equipamentos de consignação existentes para o efeito. Numa ação de manutenção corretiva, como já foi descrito anteriormente na figura 15, a ação de bloqueio/etiquetagem é antecedida pela abertura do registo de consignação com a ordem



de trabalho seguida da consulta da ficha de consignação do respetivo equipamento. Após o bloqueio das diferentes fontes de energia é necessário dissipar ou controlar a energia ainda acumulada através de purga ou teste do arranque do equipamento. Finalmente é indicado no registo em SAP que a consignação já foi efetuada. O procedimento de bloqueio/etiquetagem implementado na Renova pode ser seguido detalhadamente na tabela 6.

Tabela 6. Procedimento de bloqueio/etiquetagem do equipamento.

Passo	Ação a realizar	Quem realiza a ação
1	Necessidade de intervir no equipamento.	Operador da máquina 
2	Abrir o registo de consignação com a ordem de trabalho.	
3	Consultar a ficha de consignação do equipamento.	
4	Bloquear as fontes de energia na ordem correspondente (cadeados vermelhos).	
5	Dissipar ou controlar energia armazenada.	
6	Verificar o isolamento (testar arranque do equipamento).	
7	Deixar a chave dos cadeados vermelhos na caixa de bloqueio e colocar o cadeado verde.	
8	Informar os envolvidos e indicar no registo em SAP que a consignação está efetuada.	
9	Bloquear a caixa de bloqueio com o cadeado amarelo. N° cadeados = N° de intervenientes.	Operadora manutenção 
10	Realização de trabalhos de manutenção.	







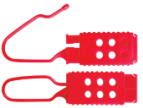

Assim que a intervenção esteja terminada é importante que o desbloqueio do equipamento seja feito de forma agilizada, seguindo o procedimento da tabela 7.

Tabela 7. Procedimento de desbloqueio do equipamento.

Passo	Ação a realizar	Quem realiza a ação
1	Retirar o respetivo cadeado amarelo da caixa de bloqueio.	Operador da manutenção 
2	Comunicar ao operador da máquina o fim dos trabalhos de intervenção.	
3	Verificar a área de trabalho e os componentes do equipamento.	Operador da máquina 
4	Verificar que todos os cadeados amarelos foram retirados.	
5	Retirar o cadeado verde da caixa de bloqueio e recolher a chave do seu interior.	
6	Retirar os cadeados vermelhos do equipamento.	
7	Registar em SAP que a desconsignação foi efetuada com sucesso.	
8	Notificar que o equipamento está pronto para funcionamento.	
9	Ativar o equipamento.	

Apesar de a metodologia LOTO ser já uma implementação sólida na MP7, nem todos os operadores têm autorização para realizar tarefas de consignação. Para que sejam considerados aptos para realizar esta tarefa os operadores devem ter um amplo e extenso conhecimento sobre o equipamento no qual vão intervir, dominando e entendendo na perfeição o seu funcionamento. Devem também ter conhecimento das várias energias que colocam em funcionamento os vários equipamentos nas instalações da Renova. Por fim é essencial saber identificar e selecionar os dispositivos de bloqueio e etiquetagem para que a fonte de energia dos equipamentos seja bloqueada de forma correta e segura. Para que seja possível aos operadores da Renova terem os conhecimentos necessários para a aplicação desta metodologia é fornecida constantemente formação interna, que proporciona as ferramentas e a informação básica para que todos os colaboradores que realizam trabalhos com máquinas em movimento, desenvolvam a sua atividade com conhecimento e capacidade de avaliação de riscos para si e para o equipamento sujeito a intervenção. A formação fornecida aos operadores engloba a identificação de fontes de energia perigosa assim como os métodos para as isolar e controlar, a responsabilidade de cada um dos intervenientes e a finalidade dos bloqueadores existentes na Renova.

Tabela 8. Bloqueadores utilizados na metodologia LOTO implementada na Renova.

Equipamento		Função
Cadeado vermelho		Bloqueio dos pontos de isolamento de energia nos equipamentos.
Cadeado verde		Bloqueio da caixa de bloqueio e sinalização para o início da intervenção.
Cadeado amarelo		Bloqueio para os operadores de manutenção na caixa de bloqueio, sinalizando que estão a intervir no equipamento.
Cabo de bloqueio		Bloqueio de válvulas que não estão preparadas para ser bloqueadas diretamente com um cadeado.
493B		Bloqueio de disjuntores e outros equipamentos com ponto para colocar o cadeado.
S2391		Bloqueio de pequenos disjuntores.
Garra de travamento		Bloqueio para caixa de bloqueio que está a ser intervencionada por vários operadores.
Caixa de bloqueio		Caixa onde o operador da máquina deixa as chaves dos cadeados vermelhos, e autoriza o início dos trabalhos com o cadeado verde. Cada operador de manutenção deve colocar seu cadeado amarelo para assegurar o seu trabalho.

Após serem considerados aptos para a aplicação da metodologia da consignação LOTO, é entregue aos operadores um cadeado amarelo (tabela 8) para que seja possível bloquear o equipamento.

Em algumas situações poderá existir algum equipamento do qual não existe ainda ficha de consignação LOTO, no caso de equipamentos pouco intervencionados, ou caso o operador considere que a mesma não se adequa ao trabalho a realizar. Nesta situação é utilizada uma ficha de procedimento para tarefa não prevista que se pode visualizar na figura 16.
















Renova		PROCEDIMENTO DE CONSIGNAÇÃO PARA TAREFA NÃO PREVISTA MP7		Registo de Consignação N.º	Equipamento	Data	(Local para nº Mecanográfico)	
ENERGIAS	   	Outras:	RISCOS	          				
PASSOS	PREPARAÇÃO E DESCONEXÃO		BLOQUEIO E SINALIZAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO DE ENERGIAS RESIDUAIS E VERIFICAÇÃO	TAREFAS DE MANUTENÇÃO			RESTABELECIMENTO DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO, DESBLOQUEIO E ENERGIZAÇÃO
O QUÊ?	1. Verificar a área de trabalho para assegurar-se de que todos os elementos e ferramentas foram recolhidos 2. Verificar que todos os trabalhadores/operadores afetos à área da intervenção estão numa posição segura 3. Desligar equipamento 4. Purgar Circuito Outras:		2. SINALIZAR COM PLACA AMARELA "ZONA DE TRABALHOS" 3. BLOQUEAR FONTES DE ENERGIA Outras:	3. COMPROVAR QUE NÃO EXISTEM ENERGIAS RESIDUAIS NA MÁQUINA 4. PRESSIONAR O BOTÃO DE ARRANQUE ASSEGUANDO QUE NÃO HÁ TENSÃO Outras:	4. A. REMOVER FERRAMENTAS E PEÇAS B. ASSEGURAR QUE AS PROTEÇÕES ESTÃO SEGURAS E NO SEU LUGAR C. VERIFICAR QUE OS COLABORADORES ESTÃO EM POSIÇÃO SEGURA D. DESBLOQUEAR, RETIRAR ETIQUETAS E SINALIZAÇÃO E. REPOR A FONTE DE ENERGIA F. COMPROVAR QUE O EQUIPAMENTO TRABALHA DE FORMA SEGURA			
COMO? QUAIS?	1) Desligar disjuntor: 2) Fechar/Abrir válvulas: 3) 4) 5)		1) 2) 3) 4) 5)	3) PRESSIONAR O BOTÃO DE ARRANQUE ASSEGUANDO QUE NÃO HÁ TENSÃO Outras:	RETIRAR ACESSÓRIOS DE BLOQUEIO. RETIRAR ETIQUETAS E SINALIZAÇÃO Outras:			
ONDE?	1		2	3	4			
QUEM?	1 Nome: Nº Nome: Nº Nome: Nº		2 Nome: Nº Nome: Nº Nome: Nº	3 Nome: Nº Nome: Nº Nome: Nº	4 Nome: Nº Nome: Nº Nome: Nº			
ESTA TAREFA SÓ PODE SER REALIZADA POR TRABALHADORES COM FORMAÇÃO ESPECÍFICA								

Figura 16. Ficha de procedimento para tarefa não prevista na MP7.

O operador que consigna o equipamento vai indicar quais as medidas que foram tomadas para garantir a segurança do colaborador que realizará a operação de manutenção no equipamento, além de garantir a segurança do próprio equipamento. Este impresso substitui então a ficha de consignação, pelo que o operador da máquina deverá indicar esta mesma informação aquando da abertura do registo de consignação para que o Gabinete de Planeamento e Engenharia (GPE) proceda posteriormente à criação da referida ficha de consignação LOTO.

2.4.2. Implementação da consignação LOTO na manutenção preventiva da MP7

A implementação da metodologia LOTO nos processos de manutenção preventiva da MP7 foi uma necessidade que se verificou urgente, devido à elevada quantidade de operadores (internos e externos) a realizar intervenções no equipamento durante o período de paragem. Embora este fosse um passo natural após a consolidação da consignação LOTO

nos procedimentos de manutenção curativa, era importante que não fosse desviado tempo fundamental para a realização de outras tarefas igualmente importantes na consignação de equipamentos a serem intervencionados. Desta forma foi decidido agilizar o procedimento e consignar os vários circuitos da MP7(figura 17) considerados principais e que, salvo raras exceções, são intervencionados nas paragens de manutenção preventiva.



Figura 17. Máquina de produção de papel 7 (MP7).

Desta forma foram executadas fichas de consignação para os vários circuitos de alimentação do processo da MP7 (Anexo 1). Os circuitos abrangidos foram:

- Circuito de vapor;
- Circuito de água fresca;
- Circuito de água clarificada e superclarificada;
- Circuito de pasta;
- Circuito de gás;
- Circuito de ar comprimido.

De um modo geral todos os circuitos da MP7 já estão preparados para a aplicação desta metodologia. Apenas no caso do circuito de água fresca foi necessário proceder à alteração do *layout* da tubagem, pois este circuito não servia de alimentação apenas à MP7. Desta forma, para que fosse possível criar esta autonomia no circuito foi necessário criar uma nova tubagem que permitiu a sua consignação sem que prejudicasse outros equipamentos não afetos à máquina de papel.

A consignação dos circuitos referidos é realizada pelos operadores da máquina, que utilizando as caixas de bloqueio existentes na MP7 (figura 18), bloqueiam em pontos cruciais as diferentes alimentações à máquina de papel.



Figura 18. Estação de consignação LOTO com caixa de bloqueio, mostrando que o equipamento pode ser intervencionado.

Através desta metodologia de consignação todos os circuitos estão prontos a ser intervencionados e passa a ser possível ao operador da manutenção que vai intervencionar o equipamento estar apenas dependente da consignação elétrica, que como referido anteriormente é feita a partir das 07:00 horas, no dia da paragem preventiva. Desta forma, o operador da manutenção quando chega à sala de controlo da MP7 abre o registo de consignação e verifica se pode iniciar a intervenção no equipamento. Caso o equipamento esteja disponível para intervencionar, o operador coloca o seu cadeado na caixa de bloqueio e inicia os trabalhos no equipamento. Quando terminar a intervenção o operador apenas necessita de retirar o cadeado da caixa de bloqueio.

O processo de consignação em paragens para manutenção preventiva pode ser descrito através do diagrama de bloqueio do equipamento (figura 19).

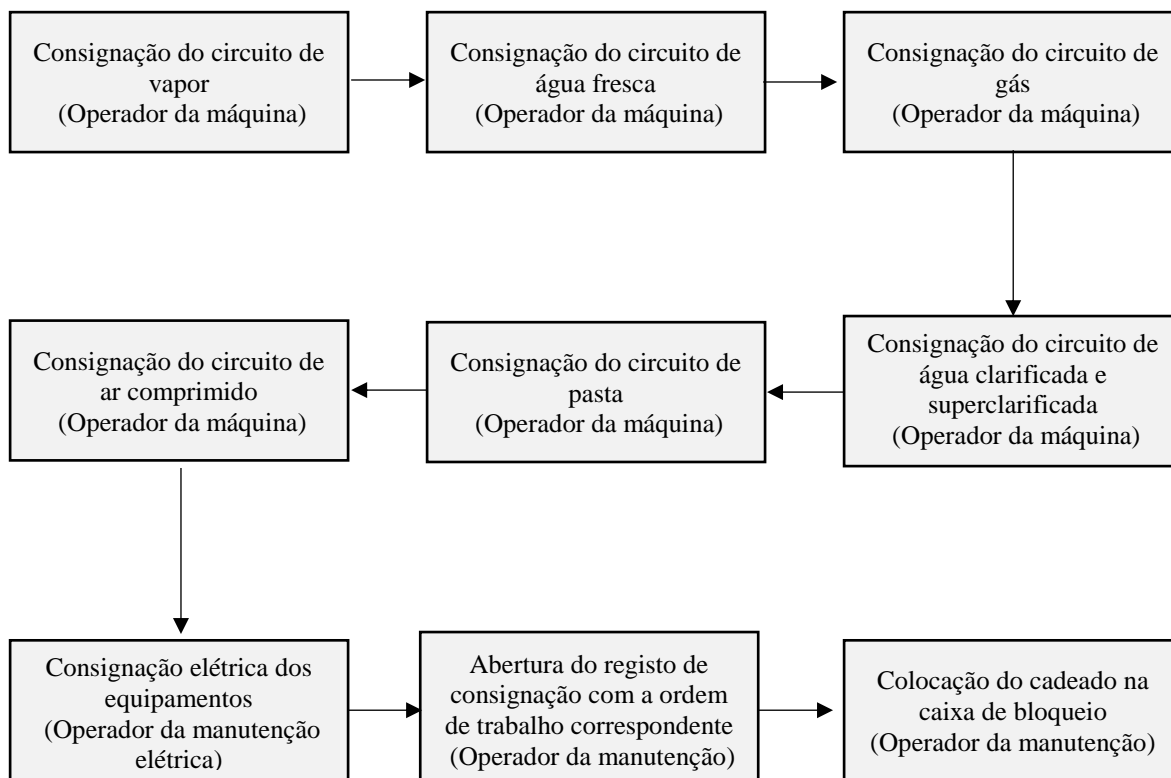


Figura 19. Diagrama de consignação geral de equipamentos em paragens de manutenção preventiva da MP7.

2.4.3. Implementação da consignação LOTO na MP5

Depois de terminada a implementação do LOTO em paragens para manutenção preventiva da MP7 o desenvolvimento desta metodologia na empresa continuou, desta vez na MP5.

Durante a implementação da consignação LOTO na MP5, em manutenções curativas e preventivas, foram verificadas várias dificuldades que durante a implementação na MP7 não tinham sido observadas. Desde logo a diferença de tecnologia entre as duas máquinas de papel devido à data da sua instalação, a MP5 foi instalada durante o ano de 1982 e a MP7 durante o ano de 2016, que trás consigo grandes dificuldades devido à preparação dos equipamentos para a aplicação desta metodologia. Outra grande dificuldade passou por perceber quais as tubagens que alimentam os vários circuitos da máquina de papel, uma vez que no decorrer dos anos desde a sua instalação a Renova tem realizado alterações ao processo sem que existam registos dessas modificações nas plantas do equipamento, tendo sido fundamental estudar *in loco* cada um dos circuitos de forma a perceber a possibilidade

de implementação da consignação LOTO, e em caso de impossibilidade quais as alterações necessárias para a sua execução. Também a identificação existente na sala de quadros da MP5, já referido no subcapítulo 2.2.2, acabou por se revelar um obstáculo à correta implementação da metodologia, uma vez que não existia uma lista atualizada com os vários seccionadores existentes no local e a sua correta localização.

A implementação do LOTO na MP5 para paragens de manutenção preventiva e corretiva decorreu em simultâneo, seguindo um processo delineado no início do estágio, que tinha como base a comunicação com os colaboradores afetos à produção e manutenção na MP5, à criação de fichas de consignação e por fim à validação das mesmas com o auxílio dos responsáveis de produção, da manutenção elétrica e da manutenção mecânica (figura 20).

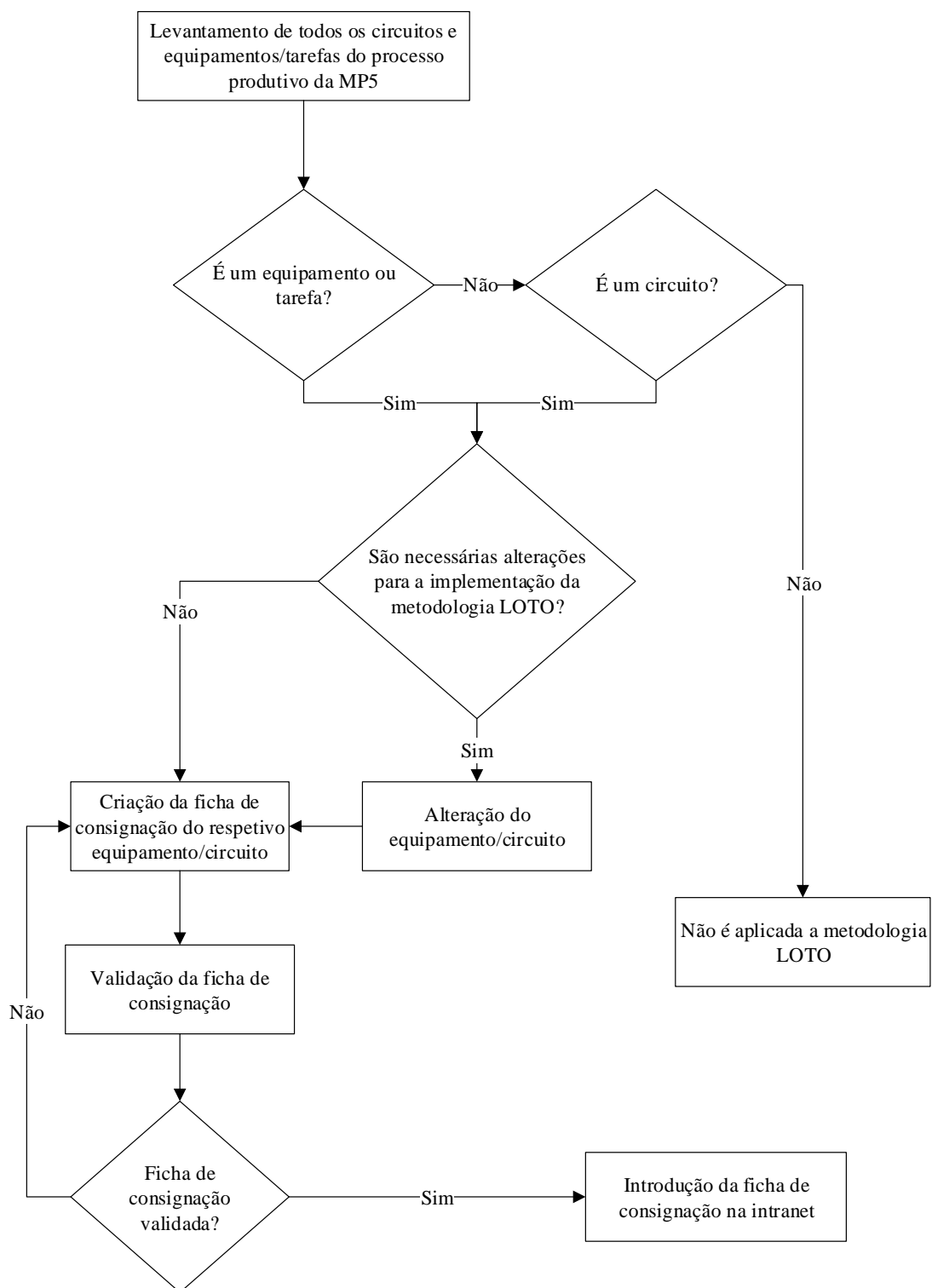


Figura 20. Processo utilizado para a implementação do programa LOTO na MP5.

Para a implementação desta metodologia a comunicação entre todas as partes envolvidas é a chave para alcançar o objetivo final, desde os operadores da máquina até aos responsáveis pela manutenção e pela produção. O levantamento de todos os equipamentos e circuitos da MP5 foi realizado com o auxílio dos operadores da máquina de papel e operadores da manutenção, que devido à sua vasta experiência na condução e intervenção nos equipamentos conhecem os procedimentos necessários para intervir em segurança. Embora tenham os conhecimentos necessários sobre o equipamento, no momento de realizar qualquer tipo de intervenção, a consignação (em especial a consignação mecânica) é feita sem que exista um procedimento definido para aquele equipamento, existindo vários casos em que cada operador realiza a operação de maneira distinta. De forma a entender como era feita a consignação dos diferentes equipamentos da MP5 foram entrevistados os vários operadores da máquina e da manutenção, de forma a avaliar qual a forma mais simples e correta a aplicar, de forma a criar um procedimento *standard* interno para cada equipamento.

De acordo com os programas LOTO estudados por Illankoon *et al* (2019), a normalização dos procedimentos de consignação é uma das maiores lacunas encontradas nos procedimentos LOTO. A informação não é explícita, os procedimentos não são devidamente atualizados, não sabendo quais foram as alterações realizadas aos equipamentos, quais são os bloqueios alternativos existentes e se o LOTO deve ou não ser aplicado. O mesmo artigo refere ainda que a má normalização da informação inclui a dificuldade dos operadores entenderem as ilustrações existentes, assim como os procedimentos. Também a normalização dos equipamentos é, de acordo com Illankoon *et al* (2019), uma forma de melhorar os processos de consignação. As válvulas devem ter sempre o mesmo sentido de abertura e os locais de purga devem ser uniformes em todos os equipamentos.



Figura 21. Máquina de produção de papel 5 (MP5).

Durante a implementação desta metodologia existiu a necessidade de colocar várias válvulas de purga a montante e a jusante de vários equipamentos (bombas e tinões) da MP5 (figura 21) de forma a possibilitar a correta implementação da consignação LOTO. Também foi necessário criar um ponto de consignação do circuito de água fresca, algo que não existia anteriormente, o que criava elevados constrangimentos aos operadores em caso de necessidade de intervenção.

Posteriormente foram criadas as fichas de consignação de cada equipamento/tarefa da MP5, para situações de manutenção curativa (Anexo 3), e de cada circuito de alimentação, para situações de manutenção preventiva (Anexo 2). Os circuitos a consignar na MP5 em caso de paragem para manutenção preventiva são:

- Circuito de pasta;
- Circuito de água fresca;
- Circuito de água quente;
- Circuito de água clarificada e superclarificada;
- Circuito de gás;
- Circuito de vapor.

No caso das fichas de consignação para paragens de manutenção corretiva foram redigidas 153 fichas para vários equipamentos/tarefas possíveis de intervencionar. Os equipamentos abrangidos pelas fichas de consignação LOTO vão desde a preparação de pasta, início do processo de produção, até à enroladeira da máquina de papel. Criadas as várias fichas de consignação para a MP5, seguiu-se a validação das mesmas com o auxílio de um grupo de trabalho. Este era composto por um representante da produção, gestor de área da MP5, que partilhava os conhecimentos de funcionamento da máquina de papel e do procedimento de paragens na ótica dos operadores. Pelos representantes das diferentes áreas da manutenção, a mecânica, que expunham a pertinência da consignação de vários pontos do equipamento para a realização da intervenção por parte dos operadores da manutenção mecânica. Da manutenção elétrica e da instrumentação, que prestava auxílio na necessidade de consignação elétrica dos equipamentos e consignação das válvulas pneumáticas em sistema DCS, respetivamente. Também o responsável do GPE, para orientação na elaboração e das fichas de consignação e dos pontos a consignar e o responsável de segurança, de forma a garantir o cumprimento do Decreto-Lei 50/2005, faziam parte deste grupo de trabalho. Após a validação das fichas de consignação, estas são colocadas no sistema interno de SAP, de forma a que no momento de intervenção de um equipamento os operadores tenham acesso à mesma e através dela façam a correta consignação do equipamento a ser intervencionado.

É possível também verificar um caso em que o equipamento a intervencionar não possui ficha de consignação associada porque ainda não foi redigida ou porque não se adequa ao trabalho a realizar. Caso o operador verifique essa ocorrência o processo a seguir é preencher o procedimento de consignação para tarefa não prevista, idêntico ao que é feito na MP7. O operador indica no impresso quais as medidas tomadas para garantir a segurança da respetiva tarefa.

Durante a implementação do programa LOTO na MP5 foi possível apurar junto dos operadores que vários bloqueios utilizados para a consignação não são práticos, o que leva a uma perda de tempo excessiva na sua colocação. Esta limitação levou à pesquisa de novos equipamentos de bloqueio com o objetivo de simplificar a forma de consignação, tornando-a mais eficaz. Foram assim adquiridos bloqueadores (figura 22) para que fosse realizado um teste à sua aplicabilidade no processo.



Figura 22. Equipamento de bloqueio em teste para simplificação do procedimento de consignação LOTO.

O bloqueador exposto na figura 22 mostra ser prático e mais eficiente que o utilizado neste momento para o bloqueio de válvulas volante. As válvulas volante são bloqueadas com recurso ao cabo de bloqueio, que devido à sua extensão torna difícil e demorada a conclusão da tarefa. A substituição destes bloqueadores irá reduzir consideravelmente o tempo de bloqueio das válvulas volante.

Durante as reuniões feitas com os operadores da MP5 foi possível verificar que além da dificuldade de aplicação de alguns tipos de bloqueadores, o tempo necessário para a realização desta tarefa é elevado em paragens curativas e principalmente em paragens preventivas. No caso de paragens curativas é importante assegurar que a máquina esteja parada o mínimo tempo possível, pois cada minuto parado significa tempo perdido de produção. De acordo com Kay & Schuster (2018), a aplicação da metodologia LOTO APM (*lockout/Tagout alternative protective measures*) pode reduzir o tempo médio de reparação (MTTR). No artigo figura o exemplo de uma indústria de produção de pasta que tem 350 dias de produção anuais e com um valor de produção de 450€/min. O processo produtivo tem em média 10 paragens por dia, com um MTTR de 12 minutos por cada paragem. Se a empresa implementar esta metodologia, o MTTR pode reduzir em 60 segundos, poupando à

empresa 1.58 milhões de euros por ano (3500 paragens por ano multiplicando por 450€ em poupança por paragem). Aplicando a metodologia descrita por Kay & Schuster (2018), procurou-se então agilizar o processo de consignação, estabelecendo uma distinção entre energia crítica e energia não crítica (figura 23). Esta metodologia pode ser aplicada para pequenos ajustes ao programa LOTO e simplificar o controlo de energias perigosas em equipamentos complexos, além de reduzir as infrações ao programa e reduzir custos. Com esta separação a produtividade irá aumentar, uma vez que não é necessário consignar o equipamento por completo, focando-se apenas nas energias mais perigosas.

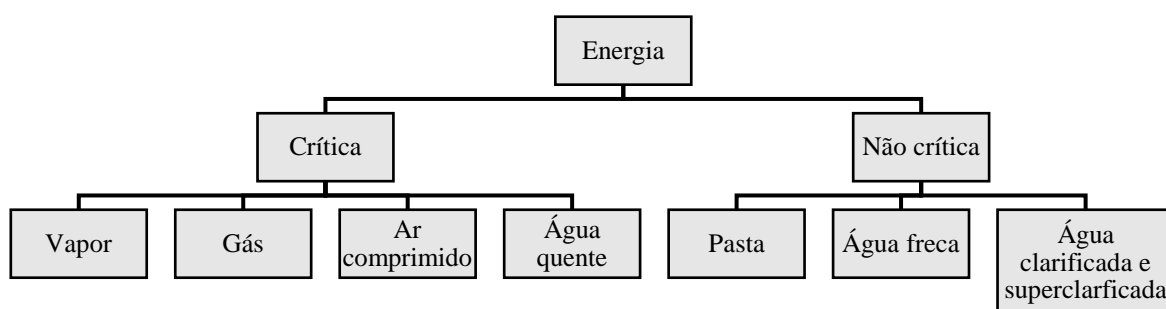


Figura 23. Classificação da energia da MP5 em crítica e não crítica.

Com esta separação entre os dois tipos de energias pretende-se distinguir quais são as energias potencialmente perigosas para quem irá realizar a intervenção (energia crítica) e as energias que embora possam apresentar algum risco para o operador, não são tão prejudiciais em caso de acidente ou de consignação incorreta (energia não crítica). Após classificar os dois tipos de energias procurou-se o melhor método para a sua consignação, propondo desta forma a consignação com o respetivo bloqueio e etiquetagem para as energias críticas, ou seja a aplicação integral da metodologia LOTO, e a criação de etiquetas de consignação (*tag*) para as energias não críticas. Este sistema de consignação tem como objetivo a utilização de uma etiqueta que alerta para a consignação do equipamento, além de indicar o número do registo de consignação para a respetiva intervenção, facilitando assim o rastreamento de quando e quem consignou. As etiqueta são fixadas em todos os locais onde é necessário recorrer à consignação para intervir no equipamento, atravésde selos de bloqueio de forma a agilizar todo o procedimento e para que seja possível ao operador verificar se a mesma foi ou não violada desde que foi feita a consignação. Caso esta solução seja aceite pelos

responsáveis de manutenção e produção e consequentemente implementada na MP5, o ganho de tempo será considerável em relação à utilização da consignação LOTO para todos os tipos de energias existentes.

2.5. Sugestões de melhoria do processo de paragem para manutenção da MP5

Durante o acompanhamento do processo de paragens planeadas da MP5 foi possível verificar a existência de várias lacunas em diferentes etapas do seu procedimento, já descritas no subcapítulo 2.3. Embora a implementação da metodologia de consignação LOTO possa contribuir para eliminar algumas das falhas verificadas, existem casos específicos em que o programa LOTO não iria conduzir a qualquer melhoria significativa. Durante a realização do estágio foi possível encontrar soluções mais rentáveis e eficientes para a limpeza da MP5 e para a identificação na sala de quadros da MP5, além da melhoria dos registos de consignação existentes em SAP e da alteração de todo o procedimento de lavagem química da vestimenta da MP5 (lavagem da teia e do feltro).

2.5.1. Processo de lavagem industrial

Como descrito anteriormente no subcapítulo 2.2.1, o processo de lavagem da MP5 é realizado pelos operadores da máquina através de água a alta pressão e sopragem com recurso a ar comprimido. Este método revelava-se pouco eficaz tendo em conta a quantidade de resíduos acumulados nos vários constituintes da máquina, levando à procura de uma solução mais eficiente. Esta procura levou à contratação dos serviços de uma empresa especializada na lavagem industrial de máquinas de papel, de forma a obter um resultado mais completo e eficaz do processo de limpeza, permitindo melhorar a capacidade de intervir nos diversos equipamentos da MP5. A melhoria foi notória, visto que através da lavagem com água quente a alta pressão (500 bar) observou-se uma melhor acessibilidade aos equipamentos além de uma maior facilidade de intervenção nos mesmos. Apesar de todos estes benefícios, considerou-se que ainda existiam pontos onde seria importante melhorar. Por exemplo, o tempo despendido no isolamento de vários equipamentos que não podem entrar em contacto com a água sob pressão (chumaceiras, quadros elétricos, motores) era

elevado, e, por vezes, estes procedimentos não eram efetuados com sucesso. Foi possível verificar em alguns casos a existência de infiltrações de água, resultantes da lavagem, nos labirintos das chumaceiras do cilindro *yankee* da máquina, provocando custos elevados para a empresa e o aumento do tempo de paragem devido à contaminação do óleo. Desta forma, foi necessário procurar uma nova solução para esta nova dificuldade, tendo-se sugerido a possibilidade de usar gelo seco para a lavagem industrial de todos os equipamentos que constituem a MP5. Este tipo de limpeza industrial trás grandes benefícios e poderá ser uma solução viável para a substituição da limpeza comum através de água a alta pressão (figura 24).

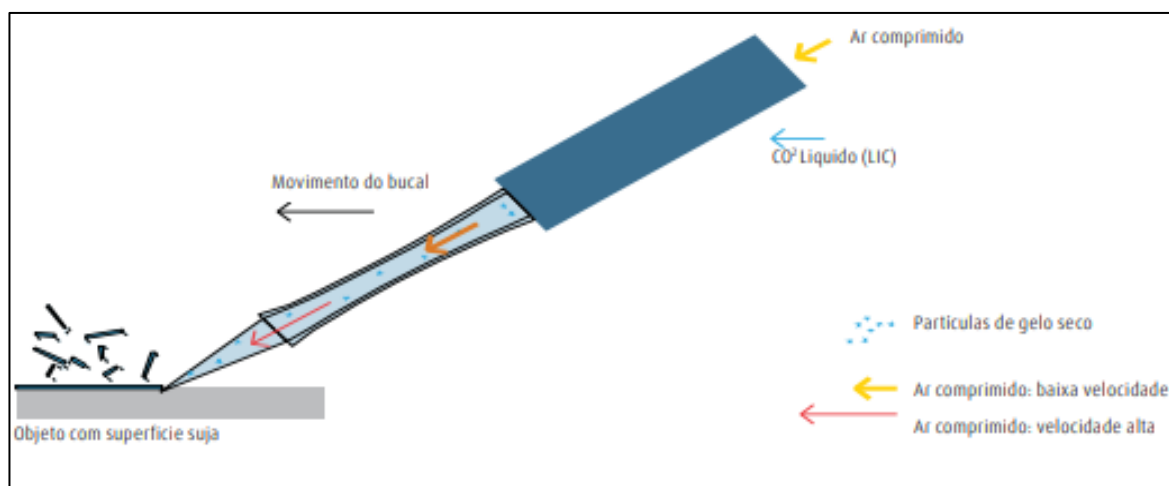


Figura 24. Princípio de funcionamento de limpeza através de CO₂ no estado líquido, sistema *Cryoclean snow* (Linde, 2019).

A limpeza industrial através de gelo seco pode ser realizada através de *pellets* (CO₂ no estado sólido) ou através de CO₂ no estado líquido (figura 24). A solução apresentada baseia-se na sua utilização no estado líquido, sendo que o gelo seco para o processo de limpeza é produzido no local para utilização imediata. O CO₂ é produzido numa câmara acoplada ao equipamento e expelido de imediato, com o auxílio de ar comprimido, na direção dos pontos do equipamento ou superfície que se pretende limpar. Este método já se encontra implementado como um procedimento padrão em várias áreas de aplicação de limpeza industrial (Linde, 2019).

Este processo de limpeza apresenta várias vantagens considerando o objetivo final pretendido. O consumo de água é inexistente, o que constitui um benefício para o ambiente.


A produção de resíduos é praticamente nula, sendo que os únicos resíduos resultantes do processo são aqueles que se encontravam “entranhados” no equipamento. A principal vantagem é o seu estado físico, visto que como é um processo em que o CO₂ sofre sublimação (alteração do estado sólido para o estado gasoso) não é necessário qualquer isolamento de motores, quadros elétricos ou chumaceiras das máquinas, podendo mesmo este ser um método bastante fiável para realizar a sua limpeza. No entanto, é possível apontar algumas desvantagens, sendo o principal o custo elevado, que devido aos equipamentos utilizados ultrapassa em larga escala o custo de uma simples limpeza através de água à pressão. Além desta desvantagem, a produtividade/rendimento deste método acaba por ser mais baixo em comparação com o a utilização de máquina de pressão (Linde, 2019).

2.5.2. Atividade de consignação elétrica da MP5

Tal como descrito no subcapítulo 2.2.2, a identificação da sala de quadros da MP5 encontrava-se desatualizada e com identificações incorretas, o que poderia dar origem a consignações incompletas por parte dos operadores da manutenção elétrica. Um procedimento de consignação incompleto pode causar incidentes graves nas tarefas de manutenção. A ideia sugerida para resolver o problema consistiu na implementação de várias medidas que melhorassem o processo através da redução do tempo gasto, mas também a segurança de todos os colaboradores que têm intervenção nos equipamentos intervencionados. Desta forma, era necessário proceder a alterações em toda a atividade de consignação elétrica com o auxílio dos responsáveis da manutenção elétrica, agindo deste modo em quatro pontos fundamentais:

- confirmar quais as gavetas que de facto consignavam os diferentes equipamentos e atualizar a listagem desses mesmos equipamentos;
- rever e melhorar a identificação dos vários equipamentos existentes na sala de quadros da MP5;
- melhorar no sistema SAP as medidas relativas à consignação elétrica;
- alterar o método de consignação das gavetas dos equipamentos.

Através de um trabalho conjunto com o departamento de manutenção, foi possível comparar a informação existente nas respetivas gavetas de cada equipamento com a listagem da sala de quadros e perceber quais já se encontravam fora de serviço ou quais tinham sido trocadas. Foi em vários casos necessário proceder à paragem do equipamento, com o auxílio do eletricitista que se encontrava de serviço no turno em questão, de modo a identificar qual a fonte correta para a consignação do equipamento. Através deste critério foi criada uma nova listagem de equipamentos (figura 25).



SALA DE QUADROS DA MP5

MCC2

Motor	Descrição	MCC	Armário	Gaveta	Potência (kW)	Intensidade (A)	Acionamento?
400M201	Bomba do Pulper 200	MCC2	SA5	Sem ID			
510AG501	Agitador do dispersor	MCC2	SA2	23			
510AG701	Agitador do Tinão 100	MCC2	SA5	5			
510B501	Bomba do Tinão 500	MCC2	SA2	25			
510B701	Bomba do Tinão 700 (Pasta do dispersor)	MCC2	SA4	15			
510M100	Agitador do desperdício	MCC2	SA2	1	55		Sim
510M101	Bomba do desperdício	MCC2	SA2	5	30		
510M200	Agitador do Tinão 200 (Fibra longa)	MCC2	SA2	9	55		Sim
510M201	Bomba do Tinão 200 (Fibra longa)	MCC2	SA2	13	18,5		Sim
510M300	Agitador do Tinão 300 (Fibra curta)	MCC2	SA2	15	55		Sim
510M301	Bomba do Tinão 300 (Fibra curta)	MCC2	SA2	19	18,5		Sim
510M400	Agitador do Tinão 400 (Desperdício)	MCC2	SA2	21	11		
510M401	Bomba do Tinão 400 (Desperdício)	MCC2	SA5	Sem ID			Sim
510M600	Agitador do Tinão 600 (Emergência)	MCC2	SA2	27	11		
510M601	Bomba do Tinão 600 (Emergência)	MCC2	SA2	29	30		
519B205	Bomba de óleo do Dispersor	MCC2	SA2	33			
519B206	Bomba de óleo do Dispersor	MCC2	SA2	35			
519M102	Despastilhador	MCC2	SA4	17	11		
519M201	Dispersor	MCC2	SA3	-			
519M202	Parafuso do Dispersor	MCC2	SA4	9	1,5		
519M203	Dispersor	MCC2	SA4	11	1,5		
519M204	Depurador do Dispersor	MCC2	SA4	3			
521M021	Agitador w/L Blend Chest	MCC2	SA3	3	30		
521M024	Bomba w/L Blend Chest	MCC2	SA3	1	15		
521M061	Agitador w/L Machine Chest	MCC2	SA3	9	11		
521M071	w/L Stock Pump	MCC2	SA4	5	15		Sim
521M083	w/L Screen	MCC2	SA3	11	37		
523M021	Agitador FL Blend Chest	MCC2	SA3	15	45		

Figura 25. Listagem atualizada da localização dos equipamentos existentes na sala de quadros da MP5.

A figura 25 apresenta a listagem atualizada da sala de quadros da MP5, onde foram realizadas várias alterações em relação à antiga listagem. Uma das principais alterações foi a separação pelos diferentes MCC's (*motor control centrer*), sendo a listagem dividida pelo MCC2, MCC3, MCC4, MCC5, MCC6 e MultiDrive. Também a designação dos equipamentos foi melhorada, de forma a que se torne mais intuitiva. Esta atualização dá ao operador que realiza a consignação a segurança de que o equipamento que está a consignar é o correto além de diminuir, consideravelmente, o tempo de identificação da gaveta, diminuindo assim o tempo desperdiçado na sua procura.

O desperdício de tempo de trabalho poderia ainda ser reduzido substancialmente caso a informação que se encontra presente na listagem fosse concordante com a informação

presente nas gavetas existentes na sala de quadros. Por este motivo decidiu-se substituir todas as etiquetas de identificação das gavetas com os acionamentos dos diferentes equipamentos, eliminando todas as inscrições improvisadas em autocolantes, ou simplesmente escritas à mão na gaveta, por uma etiqueta simples e apenas com a informação essencial para quem consigna (figura 26).

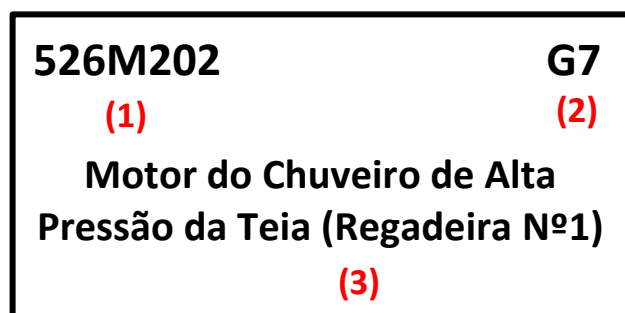


Figura 26. Modelo de etiqueta com identificação simplificada das gavetas (1- Nº de motor; 2- Nº da gaveta; 3- Designação).

Na figura 26 encontra-se a proposta da etiqueta para a identificação das gavetas da sala de quadros, onde apenas se especifica o número do motor (1), a sua designação (2) e o número da gaveta respetiva (3), informação considerada essencial para o processo de consignação.

Também os registos de consignação em sistema SAP foram alvo de melhoria, devido à incoerência verificada nas medidas de consignação. Como foi referido no subcapítulo 2.2.4, a existência de demasiadas medidas de consignação genéricas leva a uma perda de tempo considerável, tendo os operadores deas eliminar uma por uma. Desta forma foram retiradas do sistema SAP as medidas genéricas de consignação e adicionadas as medidas de consignação elétricas do equipamento (localização da gaveta a consignar), além da respetiva ficha de consignação de cada equipamento que contempla todas as medidas de consignação mecânica necessárias, de forma a agilizar o trabalho dos operadores que vão intervir.

2.5.3. Alteração do processo ácido/base de lavagem do vestuário da máquina de papel

A lavagem do vestuário da máquina de papel é um processo que visa retirar possíveis contaminantes da teia e do feltro, como *stickies*, sujidades resultante da produção de papel

de cor, entre outros. Esta tarefa não tem uma periodicidade definida, sendo executada quando existe uma mudança de cor no processo produtivo, uma paragem curativa/preventiva ou sempre que se verifique que a qualidade da produção está a ser afetada pelos resíduos presentes na teia/feltro.



Figura 27. Depósito utilizado para a lavagem do vestuário das máquinas de papel.

Atualmente, o procedimento de lavagem do vestuário de todas as máquinas de papel da Renova (MP4, MP5, MP6 e MP6) é realizado através de dois depósitos de 200 litros (figura 27), com dois agentes de lavagem: um para o ácido clorídrico e o segundo para o hidróxido de sódio. Nestes depósitos o ácido e a base são diluídos e posteriormente içados com recurso à ponte rolante, para que sejam debitados na teia e feltro por gravidade através de regadeiras. Para esta tarefa são sempre necessários dois colaboradores, o que em alguns casos significa a equipa completa de turno a operar a máquina. Um dos colaboradores tem de preparar a solução e posteriormente auxiliar na acoplagem de mangueiras nas regadeiras da máquina. O segundo colaborador está encarregue de manobrar a ponte rolante. Este método de trabalho, além de ocupar grande parte do tempo dos colaboradores afetos à máquina, apresenta algum risco para a segurança dos operadores que efetuam a tarefa, devido às manobras realizadas no transporte dos depósitos em altura.

A sugestão para a alteração do processo de lavagem da vestimenta passa pela criação de um posto fixo de preparação e doseamento das soluções de ácido clorídrico e de hidróxido de sódio. Este posto de doseamento é composto por dois depósitos de 200 litros cada e duas bombas de membranas, uma para cada agente de lavagem. Para encaminhar a solução

preparada até à teia e feltro será adicionada uma tubagem que liga o posto de preparação às regadeiras. De forma a evitar possíveis implicações ambientais durante a preparação das soluções, o local estará preparado para a contenção de possíveis derrames e encaminhamento dos mesmos para a ETAR da divisão de reciclagem. Esta solução iria possibilitar a redução do tempo de realização da tarefa, além de apenas ser necessário um operador para todo o processo, uma vez que não seria necessário o manuseio da ponte rolante como é feito no procedimento atual.

Como possível melhoria existe também a possibilidade de substituir os sacos de hidróxido de sódio em pérolas, atualmente utilizados nas lavagens da vestimenta, por recipientes de 10 litros de solução concentrada, de forma a simplificar o seu manuseamento por parte dos operadores.

2.6. Análise às propostas de melhoria

Neste subcapítulo é feita uma análise às propostas de melhoria após o acompanhamento dos processos de paragem planeada da MP5 e da MP7. O objetivo principal passa por comparar a situação verificada durante o acompanhamento do processo de paragem, com a situação após a implementação das várias medidas consideradas pertinentes e exequíveis por parte dos responsáveis de manutenção e de produção. Às medidas consideradas impraticáveis, quer por impossibilidade devido aos recursos disponíveis, quer por se considerarem não pertinentes, foi efetuada uma estimativa dos possíveis benefícios que poderiam resultar da sua implementação.

A tabela 9 apresenta as diferentes sugestões apresentadas ao longo da realização do estágio para a otimização do processo de consignação, sendo que num total de seis sugestões de melhoria, uma não foi considerada pertinente nem exequível a sua implementação.

Tabela 9. Propostas apresentadas durante a realização do estágio na Renova.

Proposta	Local	Estado
Consignação LOTO em paragens programadas	MP7/MP5	Implementado ✓
Consignação LOTO em caso de manutenção curativa	MP5	Implementado ✓
Simplificação dos Registos de Consignação e Ordens de Trabalho em SAP	MP5	Implementado ✓
Melhoria do processo industrial de lavagem	MP5/MP6/MP7	Implementado ✓
Melhoria da atividade de consignação elétrica	MP5	Implementado ✓
Alteração do processo de lavagem do vestuário	MP5/MP6/MP7	Não aprovado ✗

Após otimização do processo de manutenção preventiva através da implementação das várias sugestões verificadas ao longo do estágio, foi feita uma análise das melhorias obtidas.

A aplicação da metodologia de consignação LOTO aos circuitos da MP7 em paragens preventivas foi realizada com sucesso, recorrendo à metodologia *Standard Work*. Antes da aplicação deste método, foi estimado o tempo de consignação dos equipamentos numa paragem preventiva, sendo necessário aproximadamente cinquenta minutos (50 min.) para que todos os equipamentos fossem consignados mecanicamente. Este valor resultou da extrapolação dos registos de consignação abertos no início da manutenção preventiva, não sendo por isso um valor exato, mas aproximado do tempo real. Com a implementação da consignação geral aos circuitos, era esperada uma redução significativa do tempo de consignação, o que acabou por se verificar. A tabela 10 mostra a evolução deste procedimento, relativamente ao tempo necessário para o bloqueio de todos os circuitos, desde a data da sua implementação até à última paragem.

Tabela 10. Tempos de consignação de todos os circuitos da MP7.

Paragem	Tempo de consignação (min)	Tempo de desconsignação (min)
Paragem 1	32:14	22:34
Paragem 2	28:45	17:11
Paragem 3	30:09	19:56
Paragem 4	20:18	17:26

Analizando a tabela 10, é possível verificar um progresso positivo no tempo de consignação geral dos circuitos na MP7. Nas três primeiras paragens os tempos de consignação foram bastante semelhantes, assim como os respetivos tempos de desconsignação. Através da separação entre energias críticas e não críticas e com a utilização de etiquetas para identificar a consignação deste tipo de energia (figura 28), foi possível alcançar uma redução significativa no tempo de consignação.



Figura 28. Etiqueta de consignação de energias não críticas.

A utilização de etiquetas para o reconhecimento da consignação das energias não críticas mostrou ser uma mais-valia na otimização do tempo de consignação dos circuitos da MP7. Através desta metodologia foi possível reduzir em aproximadamente 33% o tempo despendido na consignação em comparação com a média das três primeiras consignaões gerais realizadas na MP7. No tempo de desconsignação foi possível obter uma melhoria de 15%, considerando a média das três primeiras paragens. Através da comparação dos tempos de consignação em paragens planeadas, antes e depois da implementação do bloqueio geral dos circuitos, é possível constatar uma melhoria significativa, considerando uma paragem de oito horas (480 minutos) (figura 29).

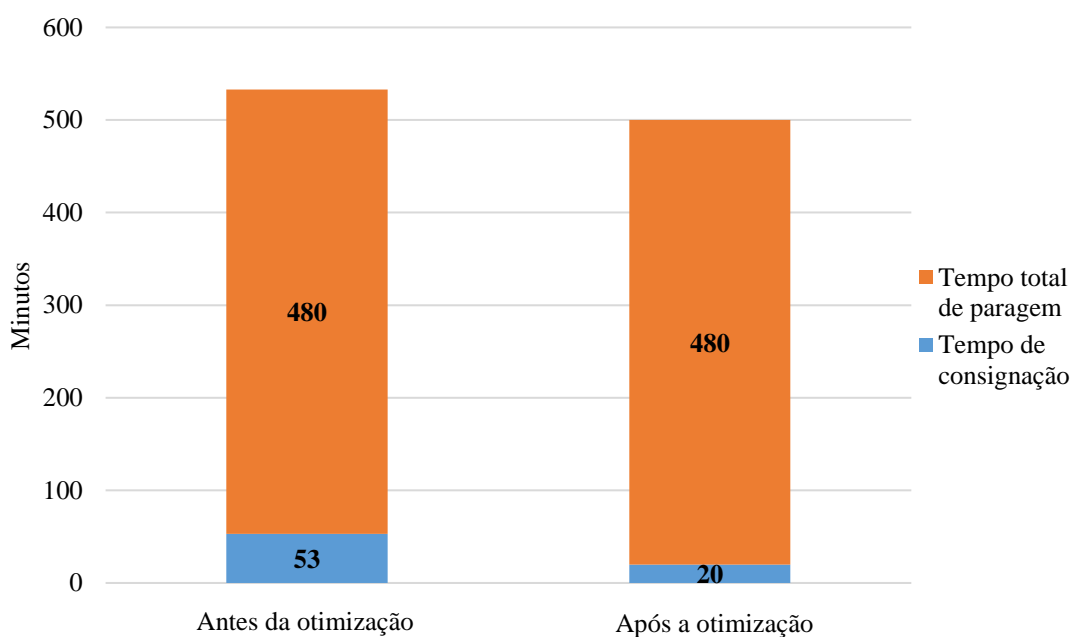


Figura 29. Comparação entre a situação antes e após a implementação da consignação geral na MP7.

A aplicação desta metodologia permitiu uma redução de 53% do tempo de consignação mecânica dos equipamentos. Esta redução acaba por não ser totalmente realista, uma vez que é necessário que alguns equipamentos, a montante e a jusante das bombas, sejam purgados localmente, mesmo com o bloqueio geral dos circuitos, devido à acumulação de carga nas tubagens.

Na implementação da consignação LOTO da MP5, procurou-se principalmente criar a metodologia *Standard Work* para os procedimentos de bloqueio, quer em paragens para manutenção preventiva, semelhante ao que foi realizado na MP7, quer para manutenção curativa. Definiram-se as melhores sequências para a realização das consignações de equipamentos e circuitos na MP5 através de um alargado grupo de trabalho. A consignação geral dos circuitos foi implementada nas últimas duas manutenções preventivas, tendo-se registado os tempos de consignação de cada uma delas (tabela 11).

Tabela 11. Tempos de consignação de todos os circuitos da MP7.

Paragem	Tempo de consignação (min)	Tempo de desconsignação (min)
Paragem 1	35:12	30:22
Paragem 2	24:54	21:18

Na Paragem 2 foi utilizado o método de separação em energias críticas e não críticas, o que justifica a diferença de tempos de consignação. Também na MP5 a utilização de etiquetas mostrou ser eficiente, verificando-se uma redução de aproximadamente 29% no tempo de consignação geral em comparação com a Paragem 1. Através desta metodologia foi possível realizar a consignação dos circuitos em apenas 24:54 minutos. No tempo de desconsignação também foi possível verificar uma melhoria de aproximadamente 30%. No caso da consignação se realizar de forma individual por equipamento, o tempo de consignação foi de cinquenta e sete minutos (57 min.), considerando uma paragem de oito horas (480 minutos) (figura 30).

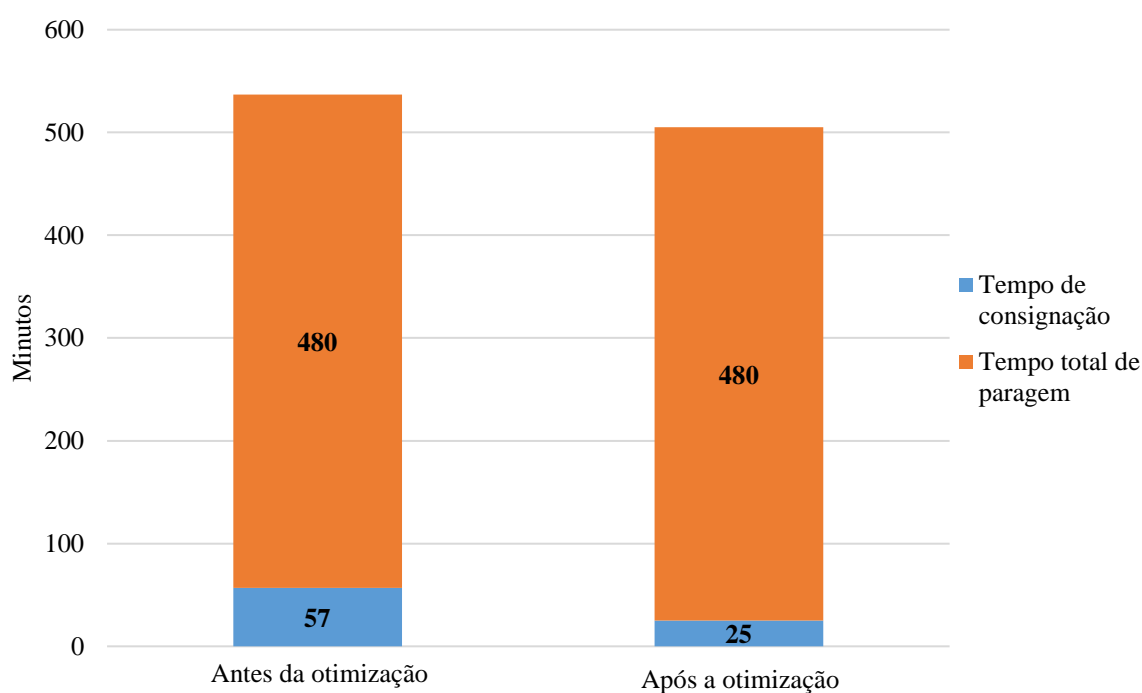


Figura 30. Comparação entre a situação antes e após a implementação da consignação geral na MP5.

A utilização da consignação geral aos vários circuitos traduz-se numa redução de aproximadamente 56% no tempo necessário para a consignação, em comparação ao bloqueio realizado a cada equipamento individualmente. Mais uma vez, este ganho de tempo poderá não representar um ganho realista, uma vez que, à semelhança do que se verifica na MP7, existirá sempre carga em várias tubagens. Estas tubagens devem ser purgadas antes de qualquer intervenção nos equipamentos localizados a montante e a jusante.

A redução do tempo de consignação poderá traduzir-se em ganhos em relação aos gastos na subcontratação de operadores de manutenção em paragens preventivas. Devido à

consignação dos equipamentos, é necessário que aguardem para que estes sejam colocados em segurança antes de iniciar qualquer tipo de intervenção. Considerando que numa paragem normal existem na MP5 e MP7 cerca de 13 e 20 colaboradores subcontratados, respetivamente, e que cada um desses colaboradores tem um custo de 15 euros por cada hora de serviço (0,25 euros por minuto), é possível determinar o custo resultante do seu subaproveitamento (tabela 12).

Tabela 12. Previsão das receitas geradas pela implementação das consignações gerais.

	Antes da otimização		Após a otimização	
	MP5	MP7	MP5	MP7
Tempo de consignação (min)	57	53	25	20
Custo de subcontratação (€/min)	0,25			
Operadores externos por paragem	13	20	13	20
Paragens preventivas por ano	7	9	7	9
Custo do tempo de consignação (€/ano)	1297	2385	569	900
Custo total (€/ano)	3682		1469	
Mais valia da implementação (€/ano)	2213			

A tabela 12 mostra o estudo realizado para apurar o custo que o tempo excessivo de consignação poderá representar na Renova com o subaproveitamento dos colaboradores externos. Tendo em conta o tempo de consignação em ambas as máquinas nas manutenções preventivas, e considerando o custo de cada subcontratado, foi determinado o impacto que a otimização terá no final de um ano de paragens em ambas as máquinas. Foi determinada uma economia de aproximadamente 2200 euros, com esta otimização, este valor poderá ser ainda superior caso se considerem os colaboradores internos da Renova.

Relativamente à implementação da consignação LOTO na MP5 em manutenções curativas, foram criadas 153 fichas de consignação diferentes. Nestas fichas encontram-se discriminados os processos de consignação para a realização de várias tarefas na máquina de papel e para a intervenção de todos os equipamentos que constituem a MP5. Este processo vai também ao encontro da metodologia *Standard Work*, procurando saber junto dos

operadores quais os procedimentos atuais de consignação para estas tarefas e criando apenas um procedimento correto e eficiente para a intervenção do equipamento de forma segura. A implementação da consignação LOTO em manutenções curativas não procura de forma tão intensiva uma otimização do tempo de consignação, mas sim proporcionar aos operadores um ambiente seguro para a intervenção ao equipamento. No entanto, também nas consignações LOTO em manutenções curativas foi aplicada a separação entre energias críticas e não críticas. A metodologia APM foi aplicada de uma forma mais abrangente neste tipo de manutenção, por exemplo para a troca da vestimenta da MP5 e na manutenção às regadeiras. Em ambas as tarefas o cilindro *yankee* apenas é colocado a uma velocidade reduzida e não imobilizado completamente, verificando-se um ganho de produção e de energia, na medida em que não é necessário um consumo tão elevado de vapor para colocar o equipamento à temperatura de operação.

O processo de lavagem industrial através de água quente a alta pressão foi implementado como procedimento em todas as paragens preventivas das máquinas de papel. Verificaram-se melhorias na limpeza dos equipamentos e na facilidade de acesso a vários locais da máquina, o que anteriormente não acontecia. Foi estabelecida a obrigação de proceder ao isolamento prévio de todos os equipamentos que não devem entrar em contato com água antes de iniciar qualquer limpeza, de forma a diminuir drasticamente a possibilidade de avaria dos mesmos. Através desta nova prática em paragens planeadas não é possível extrapolar uma melhoria relativamente ao tempo economizado com a implementação deste procedimento. No entanto, é notório o alívio na carga de trabalho dos operadores na preparação da máquina para o início da intervenção no turno 1 (00:00 até às 08:00 horas). Desta forma podem estar focados na limpeza dos *pulpers* e tinões, que serão intervencionados durante a paragem e na consignação geral de todos os circuitos a serem intervencionados na paragem de manutenção preventiva.

A utilização da limpeza através de gelo seco nas máquinas de papel não se mostrou eficaz, uma vez que a sua rentabilidade (área limpa por período de tempo) era bastante baixa, além do custo elevado inerente à aplicação deste método. No entanto, foi implementada a sua utilização na limpeza de motores, seccionadores e quadros elétricos que se encontram na envolvente das máquinas de papel, pois são equipamentos que acumulam uma grande quantidade de pasta de papel e que não podem ser limpos utilizando água. A sua aplicação

mostrou ser eficiente neste tipo de trabalho, e poderá ter uma maior aposta num futuro próximo.

A atividade de consignação elétrica na MP5 sofreu várias alterações, tendo em vista a otimização desta mesma tarefa. A atualização da listagem existente na sala de quadros da MP5, tendo como objetivo “limpar” todos os equipamentos que se encontravam fora de serviço, e a atribuição de numeração a todas as gavetas foi um primeiro passo nesta melhoria, que se verificou essencial para os passos que se seguiam. Após a atualização dos equipamentos, entre quais seccionadores se encontravam na sala de quadros da MP5, foi feita a alteração da etiqueta simplificada para a identificação das gavetas, tornando assim a identificação dos locais mais simples e eficiente (figura 31).

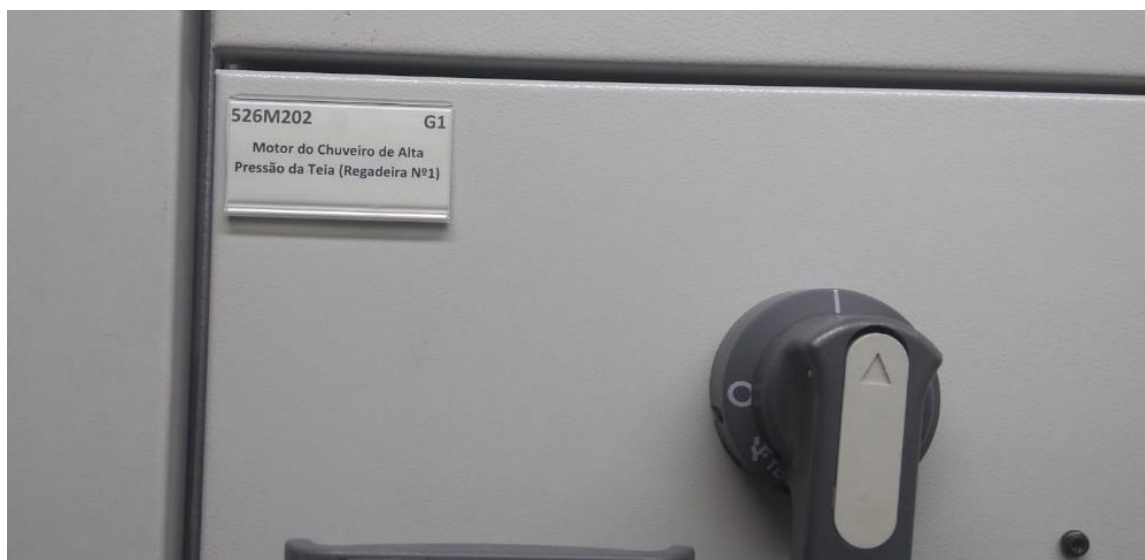


Figura 31. Identificação simplificada das gavetas existentes na sala de quadros da MP5.

A identificação das gavetas existentes na sala de quadros da MP5 mostrou ser, na opinião dos eletricitas e dos responsáveis de manutenção, uma medida *standard* eficiente e ágil para a deteção dos diferentes seccionadores a consignar. Embora a sugestão de melhoria tenha sido aceite e implementada, à data do termino deste relatório não foi possível terminar a identificação de todas as gavetas existentes.

A melhoria no sistema SAP das medidas relativas à consignação elétrica era também um ponto importante de otimização da MP5. No caso desta máquina as medidas de consignação elétricas em SAP era inexistente, sendo esse o primeiro passo para a otimização

da consignação. Deste modo foram associadas a cada equipamento as medidas necessárias para que fique consignado eletricamente, identificando a designação do equipamento na sala de quadros, qual o MCC, o armário e a gaveta em que se encontra respetivamente (figura 32).

Registo de Consignação - Criar

Dados de Consignação

Data: [] Hora: 00:00:00

Nº Operador: []

Dados de Desconsignação

Data: [] Hora: 00:00:00

Nº Operador: []

Reg. Consig. 0000000001 NOVO

Registo de OT

OT

Loc. instalação: RENV-2-DIFA-0V-M05-CRPT-CIRFASTATEIA

Equipamento: 40000487 FANPUMP DO CIRCUITO LADO TEIA

Texto: TESTE RC

Nº identificação técnica: BB521B076

Cód. Med.	Descrição da Medida	Respons...	Nome do Responsável	Data	Hora	Status	Tipo de Me...	Texto Livre
DE 521M076	DESLI ARM: +18.1 G18 521M076 MD				00:00:00	ABERTO	CONSIG	
DE 521M077	DESLI ARM: +19.1 G19 521M077 MD				00:00:00	ABERTO	CONSIG	
LI 521M076	LIGAR ARM: +18.1 G18 521M076 MD				00:00:00	ABERTO	DESCONSIG	
LI 521M077	LIGAR ARM: +19.1 G19 521M077 MD				00:00:00	ABERTO	DESCONSIG	

Figura 32. Registo de consignação da *Fun Pump* (Lado Teia) da MP5, com o novo método de medidas de consignação elétrica.

A esta melhoria será adicionado o cruzamento dos registos de consignação gerados para as paragens preventivas com os respetivos equipamentos a consignar. Deste emparelhamento resultará uma listagem, que será elaborada automaticamente pelo sistema, de todos os equipamentos que necessitam de consignação durante a manutenção planeada, identificando a localização de todos eles através da introdução em SAP das medidas de consignação descritas no parágrafo anterior. Através do desenvolvimento desta tabela será possível eliminar o *bottle neck* identificado no subcapítulo 2.2.3. Este *bottle neck* causa continuamente atrasos no início dos trabalhos de intervenção, além de mau estar entre os operadores da manutenção, que pretendem iniciar os trabalhos, e os operadores que se encontram a executar a consignação elétrica. A criação desta listagem de forma automática irá possibilitar a aplicação do método SMED, através da transformação de uma operação

interna numa operação externa. A listagem dos equipamentos a consignar eletricamente para uma paragem planeada é feita de forma faseada, em que os eletricistas recebem em simples pedaços de papel os equipamentos a consignar na sala de quadros. Após terminar a consignação desses equipamentos, o eletricista voltava à sala de comando da MP5 para recolher mais uma série de equipamentos para consignar, o que acabava por se sobrepor com o início dos trabalhos de intervenção. Esta poderá ser classificada de acordo com a metodologia SMED, uma operação interna. Com a sua otimização em sistema SAP será possível criar esta listagem durante o planeamento da paragem, não se sobrepondo ao início da intervenção. Será necessário apenas que o eletricista recolha na sala de controlo a respetiva listagem às 07h00, deslocando-se apenas uma vez a cada sala de quadros para consignar os equipamentos necessários (figura 33). Deste modo, esta tarefa poderá ser então classificada como uma operação externa.

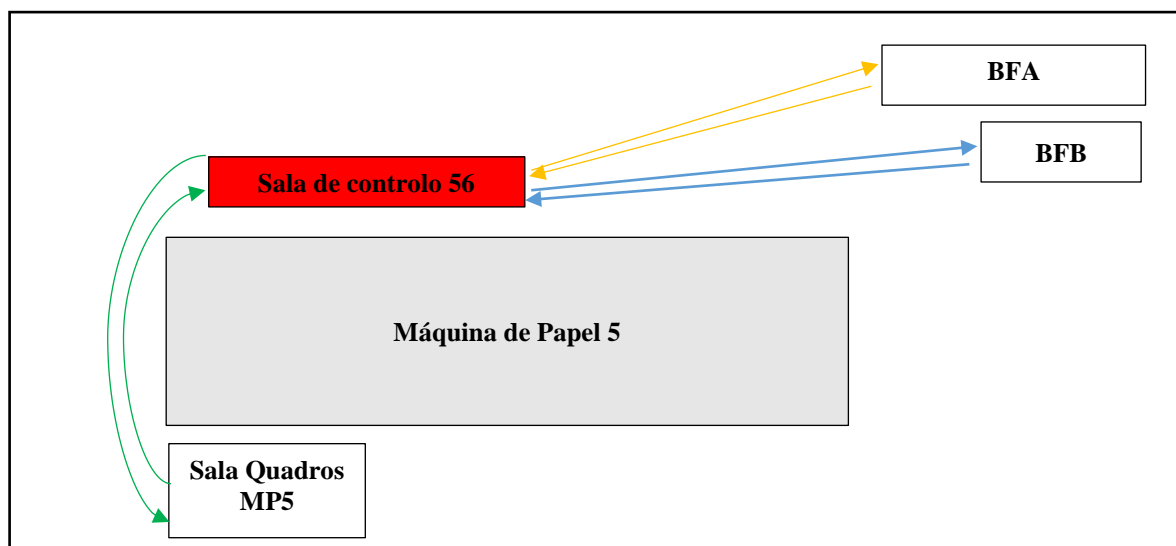


Figura 33. *Spaghetti Chart* descritivo das movimentações dos eletricistas durante a consignação elétrica com a listagem automática de equipamentos.

A realização da tarefa de consignação elétrica como demonstra a figura 33, será benéfica para todo o planeamento e para o eletricista que realiza a consignação, que não necessitará de deslocações desnecessárias às salas de quadros. Com esta alteração será possível otimizar o tempo de consignação elétrica, embora a sua conclusão não tenha sido possível durante o decorrer do estágio devido há falta de tempo para que fosse trabalhado em sistema SAP.

Finalmente, na atividade de consignação elétrica foi também implementada a utilização de cadeados específicos de consignação LOTO, para o bloqueio dos seccionadores da sala de quadros da MP5 e MP7 em paragens preventivas (figura 34).



Figura 34. Cadeados de bloqueio LOTO em utilização durante a paragem preventiva da MP5.

Com a substituição das placas de sinalização por cadeados de bloqueio, não se pretende obter uma otimização do tempo de consignação elétrica. O objetivo passa sim, por melhorar a forma como esta tarefa é feita e torná-la mais segura para quem irá intervir nos equipamentos e para quem realiza a consignação. Com esta medida poderá evitar-se que o seccionador seja ligado acidentalmente ou que as placas de sinalização sejam retiradas dos locais devidos.

A alteração do procedimento de lavagem ácido/base do vestuário das máquinas de papel não foi considerada pertinente pelo departamento de produção. Após uma reunião com os diferentes gestores de área da DIFA, em que foram expostas as dificuldades dos operadores durante o procedimento de lavagem da vestimenta. Porém, após ter-se apresentado a possível solução para a alteração desta tarefa, foram apontados vários problemas que poderiam resultar destas alterações. A principal dificuldade seria a localização da estação fixa de bombagem das soluções preparadas. Devido ao espaço reduzido na envolvente das máquinas tornava-se impraticável a implementação de um posto fixo tanto do lado de transmissão

como no lado de condutor. A solução apresentada foi colocar os depósitos junto dos bastidores de produtos químicos, localizados junto ao canal de águas próximo dos refinadores que se encontra a vários metros das regadeiras de lavagem utilizadas para este fim (10 metros de distância). Tal solução implicaria a aplicação de um grande acréscimo de tubagem à máquina, o que não seria praticável. Outra dificuldade seria a manutenção de toda a tubagem de alimentação da solução de ácido clorídrico e de hidróxido de sódio às regadeiras. Devido à pressão necessária para alimentar as regadeiras da teia e do feltro, que se encontram a 4,30 e 4,70 metros de altura respetivamente. Era necessário que a tubagem estivesse constantemente em carga durante a execução da tarefa, o que em caso de rutura de uma das tubagens poderia atingir um dos operadores que se deslocasse na área envolvente da máquina, o que seria um risco elevado para a segurança tendo em conta os produtos químicos em questão.

Tabela 13. Previsão das receitas geradas através da alteração do procedimento de lavagem da vestimenta.

	MP4	MP5	MP6	MP7	Total
Capacidade Produtiva (ton/h)	1,74	3,49	3,49	3,91	12,63
Tempo Produtivo Recuperado (h/lavagem)	0,50	0,50	0,50	0,50	2,00
Ganho produtivo (ton/lavagem)	0,87	1,75	1,75	1,96	6,33
Ganho produtivo anual (ton/ano)	21,00	42,00	42,00	47,00	152,00
Valor (€/ton)	918,00	983,00	795,00	967,00	3663,00
Receita anual (€/ano)	19 200,00	41 200,00	33 300,00	45 400,00	139 000,00

Não tendo sido aceite pelo departamento de produção, os benefícios monetários desta alteração seriam significativos (tabela 13), se tivermos em conta que por mês são realizadas, pelos menos, duas lavagens químicas a cada uma das máquinas de papel (MP4, MP5, MP6 e MP7).

Analisando a tabela 13 é possível constatar que no caso da alteração do procedimento de lavagem química, como sugerido no subcapítulo 2.5.3, poderia diminuir a tarefa de lavagem em aproximadamente 30 minutos. Considerando a capacidade produtiva de cada uma das máquinas em ton/h e o tempo produtivo recuperado em h/lavagem, foi determinado o ganho produtivo em ton/lavagem. Com esta estimativa procedeu-se ao cálculo do ganho produtivo anual, sendo estipulado que anualmente são realizadas um total de 24 lavagens em cada uma das máquinas, sendo esse valor multiplicado pelo ganho produtivo em ton/lavagem. Por fim, foi determinada a receita anual resultante desta otimização, obtendo um valor total de cerca de 139 000€. É importante salientar que a receita anual poderá ser ainda superior caso se considere o custo de venda das bobines produzidas, pois o valor apresentado na tabela é referente ao custo de produção.

Ao total do ganho anual com o novo procedimento, deve ainda ser considerado a vantagem de apenas ser necessário um operador para desempenhar esta tarefa, que seria responsável por toda a preparação e aplicação de ambas as soluções. Neste último caso não é possível determinar um valor monetário para esta redução, embora fosse possível aplicar este recurso humano em outras tarefas necessárias desempenhar num momento de paragem.

Embora não tenha sido possível a substituição do procedimento atual por uma estação de bombagem fixa, foi considerado pertinente a substituição do hidróxido de sódio no estado sólido por recipientes de 10 litros com solução concentrada, de forma a facilitar o manuseamento destes produtos e eliminando a etapa de dissolução do hidróxido de sódio no estado sólido em água.

3. Conclusão

A metodologia *Lean Management* permite às empresas eliminar ou reduzir os desperdícios em todo o seu processo produtivo, incluindo, talvez o mais importante, o tempo. Através da implementação das diferentes ferramentas desta metodologia é possível aumentar a produtividade dos diferentes recursos, acompanhando a evolução e a exigência dos mercados nos dias de hoje.

A Renova, sendo uma das principais empresas em Portugal no segmento do papel *tissue*, tem como objetivo a venda dos seus produtos em mais mercados de forma mais eficiente. Para atingir este objetivo, a melhoria contínua de todo o processo produtivo é de extrema importância. Neste contexto surgiu o trabalho desenvolvido, que tinha como principal objetivo a aplicação da metodologia de consignação LOTO. Esta implementação procurava incluir várias ferramentas da *Lean Management*, de forma a melhorar o fluxo de informação e a organizar o procedimento de manutenção preventiva, considerando-se que esta meta foi conseguida.

Durante o acompanhamento das paragens de manutenção preventiva nas MP5 e MP7 foi possível verificar um procedimento de manutenção pouco organizado, principalmente nas horas que antecedem a intervenção nos equipamentos. Neste sentido o trabalho desenvolvido desenrolou-se em duas vertentes, a implementação do programa de consignação LOTO e a procura de soluções para a melhoria contínua em paragens de manutenção preventiva em ambas as máquinas.

A implementação do programa de consignação LOTO em manutenções curativas e preventivas mostrou ser uma mais-valia, sendo possível constatar que quando bem implementado, trás benefícios para a segurança de todos os colaboradores e ganhos produtivos para a empresa. A utilização desta metodologia para a consignação geral dos circuitos em manutenções preventivas evidenciou uma melhoria considerável do tempo de consignação, com ganhos de 56% e 53% na MP5 e MP7, respetivamente, em comparação com o método utilizado anteriormente. Esta otimização permite à Renova gerar uma mais-valia de aproximadamente 2200 €/ano. A utilização da metodologia APM evidenciou melhorias no procedimento de consignação LOTO em manutenções preventivas, com a otimização do tempo de consignação dos circuitos em 29% e 33% nas MP5 e MP7,

respetivamente. No caso da implementação da consignação LOTO nas manutenções curativas da MP5, não foi quantificada a melhoria obtida, sendo certo que a aplicação da metodologia *Standard Work* será uma mais-valia para os operadores. Com a criação dos procedimentos de consignação para cada equipamento e tarefa da MP5, é possível que cada operador faça esta tarefa de forma uniformizada, o que não acontecia anteriormente. Também neste caso foi possível melhorar alguns procedimentos com a implementação da metodologia APM, facilitando a tarefa de quem consigna e reduzindo o tempo de perda produtiva. É assim possível concluir que quando utilizada em concordância e com o suporte das diversas normas e como parte de um projeto de segurança funcional, a metodologia APM consegue alcançar benefícios tanto ao nível da segurança como ao nível produtivo. Reduz também a probabilidade dos sistemas ou procedimentos de segurança serem anulados pelos operadores, o que pode ajudar a que todos os trabalhos de manutenção sejam feitos com total segurança. Foi também possível concluir, através da literatura estudada e do estágio realizado, que o investimento na implementação da metodologia de consignação LOTO é compensatório caso exista comprometimento desde a gestão de topo até aos operadores na sua execução. É por isso fundamental que todos os operadores sejam parte ativa na elaboração desse projeto, apurando quais as principais dificuldades e como podem estas ser contornadas. A aquisição de equipamentos de bloqueio pode representar um investimento avultado para algumas empresas, embora através da metodologia APM, seja possível diminuir esse investimento, recorrendo a materiais mais eficientes, à semelhança do que foi realizado neste trabalho.

A segunda vertente focou-se na melhoria dos processos de paragem para manutenção preventiva, tendo como foco principal a MP5. Com esta melhoria foram obtidos resultados positivos, com a implementação das seguintes medidas:

- Simplificação dos registos de consignação em SAP;
- Criação de *check list* para as consignações elétricas através de sistema SAP;
- Identificação clara e inequívoca de cada gaveta que permite desligar eletricamente determinado equipamento;
- Revisão das listas que se encontram na sala de quadros da MP5;
- Lavagens industriais às máquinas de papel antes da intervenção.

Com a simplificação dos registos de consignação em SAP e consequentemente com a criação da *check list* para as consignações elétrica, será possível uma melhor organização e eficiência no momento da consignação dos equipamentos para a paragem de manutenção preventiva, transformando a criação desta listagem como uma tarefa externa, de acordo com a metodologia SMED. A identificação das gavetas dos equipamentos e a revisão da listagem que se encontra na sala de quadros da MP5 permite aos operadores da manutenção elétrica consignarem qualquer equipamento de forma segura sem que exista a mínima margem para erro, concluindo assim que se trata de uma melhoria significativa para o procedimento de consignação elétrica da MP5. Finalmente, as lavagens industriais implementadas (com água quente a alta pressão e através do gelo seco) nas várias máquinas de papel da Renova revelaram ser um melhoramento adequado para os operadores da manutenção mecânica que intervêm na máquina durante a manutenção preventiva. Concluiu-se assim, que a limpeza da máquina de papel através de uma empresa externa especializada aumenta a eficiência da manutenção e diminui o risco de acidentes devido à quantidade de resíduos acumulados. Esta melhoria também contribuirá para uma melhor conservação dos equipamentos ao longo do tempo de vida.

Por implementar ficou a alteração do processo de lavagens ácido/base através de um sistema de doseamento fixo, uma vez que foi considerado impraticável. Além das mais-valias geradas através da redução do tempo de lavagem, também o risco de acidentes seria teoricamente menor com a alteração deste sistema. No entanto, a substituição dos sacos de hidróxido de sódio utilizados para a lavagem da vestimenta por recipientes de 10 litros de solução concentrada foi implementada, simplificando assim o processo de lavagem, uma vez que não será necessário dissolver o hidróxido de sódio em pérolas em baldes previamente, o que aumenta a segurança dos operadores que realizam a tarefa.

Desta forma, é possível concluir que o trabalho desenvolvido na Renova tem potencial para gerar mais-valias para além daquelas que foram estimadas, tendo-se estabelecido um precedente para a implementação de ações de melhoria contínua. O possível aumento de produtividade, gerado pelas iniciativas testadas, demonstra que existe potencial para melhorar os processos já estabelecidos na realidade da empresa.

4. Trabalho Futuro

Relativamente ao trabalho futuro a desenvolver, é possível identificar alguns pontos que poderão vir a ser desenvolvidos de forma a promover a melhoria contínua.

A implementação de um programa de consignação LOTO na MP4 e MP6, à semelhança daquilo que foi feito para a MP5 e MP7, deverá ser considerado uma prioridade após a comprovação do retorno positivo do programa até agora implementado. É importante a normalização de procedimentos de consignação, criando documentos *standard* com o auxílio dos operadores que fazem essas mesmas tarefas. Desta forma, cada operador terá conhecimento de quais os passos a seguir para realizar uma consignação correta e segura para quem vai intervir no equipamento. Posteriormente deverá ser estudada a possibilidade de alargar a metodologia LOTO à área de transformação (DITA). Esta não é uma área onde as consignações sejam tão críticas, uma vez que se trata de equipamentos mais simples, menos perigosos e em linhas produtivas mais pequenas.

Finalmente, é importante que a procura pela melhoria contínua seja constante, mantendo sempre presente os conceitos e princípios da metodologia de *Lean Management* nos vários postos de trabalho, e procurar que esta seja incutida nas formações de integração dos novos colaboradores da empresa, algo que é essencial devido à elevada rotação de colaboradores das empresas na atualidade.

5. Bibliografia

- The Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shop Floor*. New York: Taylor & Francis Inc.
- ANSI/ASSE Z244.1. (2016). *The Control of Hazardous Energy, Lockout, Tagout and Alternative Methods*. American National Standard Institute/American Society of Safety Engineers.
- Baldwin, R. F. (1990). Managing for Results. Em R. F. Baldwin, *Managing Mill Maintenance, The Emerging Realities* (pp. 49 - 95). São Francisco, USA: Miller Freeman Publications Inc.
- Baldwin, R. F. (1990). Predictive Maintenance: Tools and Techniques. Em R. Baldwin, *Managing Mill Maintenance: The Emerging Realities* (pp. 109 - 115). São Francisco: Miller Freeman Publications, Inc.
- Barrotti, S. L. (1988). Tipos de Papel. Em S. L. Barrotti, *Celulose e Papel - Tecnologia de Fabricação do Papel* (2ª ed., Vol. II, pp. 850 - 851). São Paulo: Escola SENAI "Theobaldo De Nigris".
- BLS. (2016). *National Census of Fatal Occupational Injuries in 2015*. Estados Unidos: Bureau of Labor Statistics.
- Burlet-Vienney, D., Jocelyn, S., Chinniah, Y., Daigle, R., & Massé, S. (2009). Verifying the Content of Lockout Programs (RF-635). Montreal: IRSST.
- Canavarro, J. (1985). *Tecnologia do papel e do cartão canelado*. Lisboa: Oditécnica.
- Celpa. (2018). *Boletim Estatístico da CELPA*. Lisboa: VENTOSA - ideias que pegam / MAS Media Projects, Lda. Obtido em 10 de setembro de 2019, de http://www.celpa.pt/wp-content/uploads/2018/10/Boletim_WEB-2.pdf
- Celpa. (2019). *História do Papel*. Obtido em 24 de setembro de 2019, de Celpa - Associação da Indústria Papeleira: <http://www.celpa.pt/historia-do-papel/>
- Chao, E., & Henshaw, J. (2002). Control of Hazardous Energy: Lockout Tagout. U.S Department of Labor. Obtido em 29 de setembro de 2019, de <https://www.osha.gov/Publications/osha3120.pdf>

- Chinniah, Y. (2010). Equipment lockout: a review of written lockout programs in Quebec. (pp. 38 - 43). *Professional Saf.* 55.
- Chinniah, Y. (2015). Analysis and prevention of serious and fatal accidents related to moving parts of machinery. *Sat. Sci.* 75, (pp. 163 - 173).
- Costa, E., Sousa, R., Bragança, S., & Alves, A. (2013). An Industrial Application of SMED Methodology and Other Lean Production Tools. *4th Internacional Conference on Integrity, Reliability and Failure*. Funchal, Madeira.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2011). Do just-in-time à Lean Management e ao Six Sigma. Em A. Courtois, M. Pillet, & C. Martin-Bonnefous, *Gestão da Produção* (7ª ed., pp. 338 -341). Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- CSA Z460. (2013). *Control of Hazardous Energy: Lockout and Other Methods*. Canadian Standards Association.
- Decreto-Lei nº 103/2008 D.R.I Série I. (24 de junho de 2008). pp. 3765 - 3795.
- Decreto-Lei nº50/2005 D.R.I Série A. (25 de fevereiro de 2005). pp. 1766 - 1773.
- Dewi, L. T., & Zebua, E. S. (2018). Investigation of Lockout/Tagout Procedure Failure in Machine Maintenance Process. *Jurnal Teknik Industri*. doi:<https://doi.org/10.9744/jti.20.2.135-140>
- Druley, K. (2017). Safety+Health. *Fall Protection Leads OSHA's "Top 10" List of Most Frequently Cited Violations*. Obtido em 25 de outubro de 2019, de <https://www.safetyandhealthmagazine.com/articles/16362-oshas-top-10-most-cited-violations-for-2017>
- Eurisko. (2008). *Manual de boas práticas : indústria têxtil e do vestuário : segurança, higiene e saúde no trabalho* (1ª ed.). (A. -A. Portugal, Ed.) Leça da Palmeira.
- Feng, P., & Ballard, G. (2008). Standardized Work from Lean Theory Perspective. *16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Manchester.
- Foelkel, C., & Ratnieks, E. (1996). Uma discussão teórico-prática sobre polpas de eucalipto para a fabricação de papel “tissue”. 29º CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL DA ABTCP. São Paulo.

- Galli, E. (2017). *Introduction to process and properties of tissue paper*. Obtido em 20 de setembro de 2019, de Tecnicelpa: https://www.tecnicelipa.com/files/20171013_EnricoGalli.pdf
- Gonçalves, C. (2000). Matérias-primas para a fabricação de papéis tissue e suas influências nas propriedades do produto final. *33º Congresso Internacional de Celulose e Papel*. ABTCP.
- Grichnik, K., Bohnen, H., & Turner, M. (2009). *Standardized Work: The first step toward real*. Booz & Company Inc.
- Harmon, R. L., & Peterson, L. D. (1991). Desenho dos Processos de Usinagem. Em R. L. Harmon, & L. D. Peterson, *Reinventando a Fábrica - Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados na Prática* (pp. 178 - 184). Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda.
- Hicks, P. E. (1994). *Industrial Engineering and Management, A new prespective* (2ª ed.). Nova Iorque: McGraw-Hill, Inc.
- Hong-jie, Z., & Zhen-tang, L. (2012). Application of Lockout & Tagout System in the Coalmine Industry. *Procedia Engineering*. Obtido em 5 de novembro de 2019, de <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,cookie,shib,uid&db=edo&AN=70232615&lang=pt-pt&site=eds-live&scope=site>
- Illankoon, P., Manathunge, Y., Tretten, P., Abeysekara, J., & Singh, S. (2019). Lockout and Tagout in a Manufacturing Setting from a Situation Awareness Perspective. Basel. doi:10.3390/safety5020025
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. New York: McGraw Hill.
- ISO - International Standard Organization. (2017). *ISO 14118:2017: Safety of machinery — Prevention of unexpected start-up*. Geneva.
- Karimi, B., Burlet-Vienney, D., Chinniah, Y., & Aucourt, B. (2019). Hazardous energy control on machinery: Understanding the use of alternative methods to lockout. *Safety Science*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.06.003>

- Karimi, B., Chinniah, Y., Burlet-Vienney, D., & Aucourt, B. (2018). Qualitative study on the control of hazardous energy on machinery using lockout and alternative methods. *Safety Science*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.04.005>
- Kay, J. A., & Schuster, G. K. (2018). Enhanced Productivity in Forest Product Industries with Lockout/Tagout Alternatives. *Pulp, Paper and Forest Industries Conference (PPFIC)*. doi:<https://doi.org/10.1109/PPIC.2018.8502231>
- Krar, S. F., Oswald, J. W., & Amand, J. E. (1985). *Machine Tool Operations*. (E. Belov, Cohen, & Iris, Edits.) Singapura: McGraw-Hill International Editions.
- Lindberg, N. (2000). *History of papermaking, Papermaking part 1, Stock Preparation and Wet End Papermaking Science and Tachnology*.Finland: Farpet Oy.
- Linde. (2019). *Limpeza a jato com gelo seco sem pellets*. Obtido em 23 de setembro de 2019, de Linde: https://www.linde-gas.pt/en/images/7610_0818_CryocleanSnow_tcm303-490853.pdf
- Mark, R. F. (1983). Fiber Structure” “Structure and Structural Anisotropy. Em *Handbook of Physical and Mechanical Testing of Paper and Paperboard*.Nova Iorque: Marcel Dekker Inc.
- MasterLock. (2019). *Empresas e Indústria/MarterLock*. Obtido em 22 de setembro de 2019, de MasterLock: <https://pt.masterlock.eu/empresas-ind%C3%BAstria/produto-6rq8/1457VE410KA>
- MasterLock. (2019). *Lockout/Tagout & OSHA Compliance/ MasterLock*. Obtido em 22 de setembro de 2019, de MasterLock: <https://www.masterlock.com/business-use/safety-lockout-tagout>
- Melo, A. F. (1926). *O Papel como Elemento de Indentificação*. Lisboa: Oficinas Gráficas da Biblioteca Nacional.
- OSHA. (1990). *29 CFR 1910.147, the Control of Hazardous Energy (Lockout/Tagout) - Inspection Procedures and Interpretive Guidance*. Washington, D.C: U.S Departement of Labor.

- OSHA. (2002). OSHA Factsheet. *Lockout/Tagout*. (U. D. Labor, Ed.) Obtido em 29 de setembro de 2019, de https://www.osha.gov/OshDoc/data_General_Facts/factsheet-lockout-tagout.pdf
- Oyakawa, D. (2004). *Máquinas Tissue e Propriedades do Papel Tissue*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Paulapuro, H. (2000). Paper and board grades. Em H. Paulapuro, *Papermaking Science and Technology Series* (p. 134). Atlanta.
- Philipp, P., & D'Almeida, M. (1988). *Celulose e Papel - Tecnologia de Fabricação de Pasta Celulósica* (2º ed., Vol. I). (I. d. tecnológicas, Ed.) Escola SENAI "Theobaldo De Negris".
- Pinto, A. (2011). Consignação de Máquinas e Equipamentos de Trabalho. *Revista de Segurança*, nº 203, pp. 5 - 7.
- Pinto, A. (2016). *Manual de Segurança na Manutenção* (1ª ed.). (M. Robalo, Ed.) Lisboa: Edições Sílabo Lda.
- Pinto, J. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel - Edições técnicas, Lda.
- Pinto, V. (1994). *Gestão da Manutenção: Área da produção*. (I. d. Investimento, Ed.) Lisboa: IAPMEI.
- Pinto, V. (1994). *Gestão da Manutenção: área da produção 1ªed.* (1ª ed.). IAPMEI.
- Pires, F. S., & Sum Kuan, G. S. (1988). Máquina de Papel. Em F. S. Pires, & G. S. Sum Kuan, *Celulose e Papel - Tecnologia de Fabricação do Papel* (pp. 661 - 732). São Paulo: Escola SENAI Theobaldo De Negris.
- Poisson, P., & Chinniah, Y. (2015). Observation and analysis of 57 lockout procedures applied to machinery in 8 sawmills. (pp. 160 - 171). Saf. Ci. 72.
- Rågård, J. (2019). *Advantage NTT, a tecnologia de papel tissue mais flexível do mundo?* Obtido em 26 de setembro de 2019, de Valmet: <https://www.valmet.com/tissue/highlights/advantage-ntt-a-tecnologia-de-papel-tissue-mais-flexivel-do-mundo/>

- Rao, K. (1999). Becoming Lean: Inside Stories of US Manufacturers. *Monthly Labor Review*.
- Renova. (2019). Documentos Internos.
- SAP. (2019). *Why SAP*. Obtido em 18 de setembro de 2019, de SAP Portugal: <https://www.sap.com/portugal/why-sap.html>
- Sparkman, D. (2018). Getting Lockout/Tagout Compliance RIGHT. *EHS Today*, pp. 20–23. Obtido em 5 de novembro de 2019, de <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,cookie,shib,uid&db=bth&AN=132130874&lang=pt-pt&site=eds-live&scope=site>
- Sundsvall, C. (2013). A Growing and Increasingly Tough World Market: Net Capacity Change and Average Capacity Utilization in the Global Tissue Industry. *Bright Market Insight: Index & Report for the Global Pulp & Biorefinery Industry*.
- UNE - Normalización Española. (1996). *UNE-EN 1037: Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva*. Madrid.
- UNE - Normalización Española. (1996). *UNE-EN 982: Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Hidráulica*. Madrid.
- UNE - Normalización Española. (1996). *UNE-EN 983: Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática*. Madrid.
- UNE - Normalización Española. (2019). *UNE-EN 60204-1: Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales*. Madrid.
- Wienecke, F. (2008). Planejamento do trabalho. Em F. Wienecke, *Gestão da produção: planejamento da produção e atendimento de pedidos numa firma virtual* (2ª ed., pp. 69 - 95). São Paulo: Blucher.
- Womack, J. P., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.
- Worchester, B. (1998). Tissue Production. Em B. Worchester, *Meeting Competitive Demands* (p. 55). Tappi Journal.

Yamin, S. C., Parker, D. L., Xi, M., & Stanley, R. (2017). Self-audit of lockout/tagout in manufacturing workplaces: A pilot study. *American Journal of Industrial Medicine*.

Obtido em 5 de novembro de 2019, de <https://search.ebscohost.com/login.aspx?>

Z432, CSA. (2016). *Safeguarding of Machinery*. Canadian Standards Association.

6. Anexos

6.1. Anexo 1

Criação: 19/09/2018

Revisão: -

Pag 1 / 3

EQUIPAMENTO: GERAL LINHA VAPOR

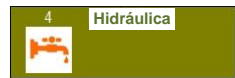
LOCALIZAÇÃO: CAVE

TAREFAS: Corte total de vapor à máquina

EPIs



Energias



PROCESSO

COMO

ONDE

PREPARAÇÃO PRÉVIA

Antes de desligar, bloquear e desenergizar a máquina, deve realizar as seguintes tarefas:

1. Conhecer e entender o procedimento de bloqueio – Sinalização e dispor do material necessário.
2. Identificar as fontes de energia perigosas e os pontos de isolamento de energia.
3. Notificar todo o pessoal afectado de que se vai bloquear o equipamento.

DESLIGAR

- A. Fechar a válvula principal do coletor geral de vapor CK02-MP7.
- B. Fechar válvula de vapor flash para MP7
- C. Fechar válvula de condensados da MP7 para tanque geral de condensados TNK-02.

- A. Coletor CK02 na cave da MP5
- B. Colector de condensados na cave da MP5
- C. Tanque geral de condensados na cave da MP5

BLOQUEIO E SINALIZAÇÃO

(colocar cadeado e dispositivo de bloqueio quando seja necessário, assegurando-se de que o equipamento não se pode ligar).

Operador da máquina:

Bloquear **A, B e C** com 493B, S806 e cadeado vermelho S32

(deixe a chave do cadeado vermelho dentro de caixa bloqueio). Utilizar Garra de Travamento caso o ponto dê serviço a outro equipamento.

Operador de manutenção. Após dispor da ordem de trabalho, e quando for realizar trabalho no equipamento bloqueia, com cadeado amarelo, a caixa de bloqueio **D**.

- A. Coletor CK02 na cave da MP5
- B. Colector de condensados na cave da MP5
- C. Tanque geral de condensados na cave da MP5

D. Caixa de bloqueio.

DES-ENERGIZAÇÃO E VERIFICAÇÃO

(eliminar as energias residuais e verificar que todas as fontes de energia foram isoladas).

- E. Abrir todas as purgas manuais da MP7
 - F. Abrir purgas na linha de alimentação de vapor do coletor para a MP7
 - G. Abrir purga de fundo do tanque de condensados da MP7
- Purgar, **assegurando que não existe pressão.**

- D. Na cave e no piso da MP7 (lado transmissão)
- E. 2 purgas na cave da MP6;
 - 1 Purga na cave da MP6;
 - 1 Purga atrás do portão da cave MP6/MP7
- G. Tubagem de purga do tanque de condensados (cave da MP7)

Criação: 19/09/2017

Revisão: -

Pag 2 / 3

EQUIPAMENTO: GERAL LINHA VAPOR **LOCALIZAÇÃO:** CAVE

TAREFAS: Corte total de vapor à máquina

EPIs



Energias



DESBLOQUEIO E ENERGIZAÇÃO / OPERAÇÃO A REALIZAR

PROCESSO

COMO

ONDE

**PREPARAÇÃO
PRÉVIA**

Antes de desbloquear e energizar o equipamento devem realizar-se as seguintes verificações:

1. Verificar a área de trabalho para assegurar-se de que todos os elementos e ferramentas foram recolhidos.
2. Verificar que todos os trabalhadores estão numa posição segura.
3. Avisar o pessoal afecto da finalização dos trabalhos e do arranque do equipamento.

**DESBLOQUEIO E
ENERGIZAÇÃO**

Operador de manutenção: retirar cadeado amarelo da caixa de bloqueio **D**.

Operador da máquina:

Desbloquear caixa de bloqueio **D**, cadeado verde. Retira a chave do cadeado vermelho, de caixa bloqueio.

Desbloquear **A, B e C** 493B, S806 e cadeado vermelho S32.

A respetiva chave vai para a sala de controlo, no posto de consignação.

A. Abrir a válvula principal do coletor geral de vapor CK02-MP7.

B. Abrir válvula de vapor flash para MP7

C. Abrir válvula de condensados da MP7 para tanque geral de condensados TNK-02.

D. Caixa de bloqueio.

A. Coletor CK02 na cave da MP5

B. Colector de condensados na cave da MP5

C. Tanque geral de condensados na cave da MP5

A. Coletor CK02 na cave da MP5

B. Colector de condensados na cave da MP5

C. Tanque geral de condensados na cave da MP5

REALIZAR PROVA OU TESTE AO EQUIPAMENTO PARA COMPROVAR QUE FUNCIONA CORRECTAMENTE.

Criação: 19/09/2017

Revisão: -

Pag 3 / 3

EQUIPAMENTO: GERAL LINHA VAPOR

LOCALIZAÇÃO: CAVE

TAREFAS: Corte total de vapor à máquina

EPIs

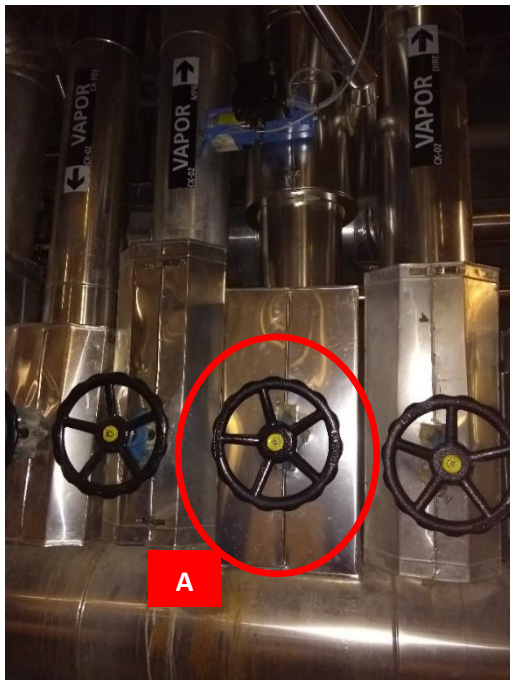


Energias

4 Hidráulica



IMAGENS



A



B



E - Purga atrás do portão
MP6/MP7



E - Válvulas para purga da linha – Cave da MP6



E - Válvulas para purga
da linha – escadas MP6



D



S32

Garra de Travamento



493B



S806



6.2. Anexo 2

Criação: 06/06/2019

Revisão: -

Pág. 1/4

EQUIPAMENTO: Circuito de Água Quente

LOCALIZAÇÃO: MP5 (Cave)

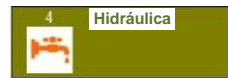
TAREFAS: Corte geral do circuito de água quente da MP5

EPIs



Atenção! Em paragens programadas o uso de colete de refletor e capacete é obrigatório!

Energias



PROCESSO

COMO

ONDE

PREPARAÇÃO
PRÉVIA

Antes de desligar, bloquear e desenergizar a máquina, deve realizar as seguintes tarefas:

1. Conhecer e entender o procedimento de bloqueio – Sinalização e dispor do material necessário.
2. Identificar as fontes de energia perigosas e os pontos de isolamento de energia.
3. Notificar todo o pessoal afetado de que se vai bloquear o equipamento.

DESLIGAR

A. Consignação da 526B202:

- AA.** Colocar o 526M202 em “manual” no DCS e colocar em manutenção;
- AB.** Fechar válvula manual a montante da bomba 526B202;
- AC.** Colocar em OFF o seccionador do motor 523M071.

B. Consignação da 526B203:

- BA.** Colocar a 526B203 em “manual” no DCS e colocar em manutenção;
- BB.** Fechar válvula manual a montante da bomba 526B203;
- BC.** Colocar em OFF o seccionador do motor 526M203.

C. Consignação do 526DE200:

- CA.** Fechar válvula manual a montante do 526LIC201A;
- CB.** Fechar válvula manual a montante do 526LIC201B.

A. Nos seguintes locais:

- AA.** Na sala de controlo da PM5;
- AB.** Na cave da PM5, a montante da bomba 526B202;
- AC.** Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2.

B. Nos seguintes locais:

- BA.** Na sala de controlo da PM5;
- BB.** Na cave da PM5, a montante da bomba 526B203;
- BC.** Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2.

C. Nos seguintes locais:

- CA.** A montante da 526LIC201A, na cave da PM5;
- CB.** A montante da 526LIC201B, na cave da PM5.

BLOQUEIO E SINALIZAÇÃO
(colocar cadeado e dispositivo de bloqueio quando seja necessário, assegurando-se de que o equipamento não se pode ligar).

Operador da máquina com ajuda de eletricista:

Bloquear **AB, BB, CA e CB** com S806 mais cadeado vermelho S32;
Bloquear **AC e BC** com cadeado vermelho S32;
Bloquear caixa de bloqueio **D**, com cadeado verde (deixe a chave dos cadeados vermelhos dentro de caixa bloqueio). Utilizar Garra de Travamento caso o ponto dê serviço a outro equipamento.

Operador de manutenção. Após dispor da ordem de trabalho, e quando for realizar trabalho no equipamento bloqueia, com cadeado amarelo, a caixa de bloqueio **D**.

D. Caixa de bloqueio;

- AB.** Na cave da PM5, a montante da bomba 526B202;
- AC.** Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2.
- BB.** Na cave da PM5, a montante da bomba 526B203;
- BC.** Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2;
- CA.** A montante da 526LIC201A, na cave da PM5;
- CB.** A montante da 526LIC201B, na cave da PM5.

DES-ENERGIZAÇÃO E VERIFICAÇÃO

Assegurar **que não existe energia residual** através da purga do **526DE200**.

Realizar a **purga da tubagem a jusante da 526B202 e 526B203** através das válvulas manuais existentes.

Junto ao **526DE200**, na cave da PM5.

Junto ao **526DE200**, na cave da PM5.

Criação: 06/06/2019

Revisão: -

Pág. 2/4

EQUIPAMENTO: Circuito de Água Quente

LOCALIZAÇÃO: MP5

TAREFAS: Corte geral do circuito de água quente da MP5

EPIs



Atenção! Em paragens programadas o uso de colete de refletor e capacete é obrigatório!

Energias



DESBLOQUEIO E ENERGIZAÇÃO / OPERAÇÃO A REALIZAR

PROCESSO

COMO

ONDE

PREPARAÇÃO PRÉVIA

Antes de desbloquear e energizar o equipamento devem realizar-se as seguintes verificações:

1. Verificar a área de trabalho de forma a assegurar que todos os elementos e ferramentas foram recolhidos.
2. Verificar que todos os trabalhadores estão numa posição segura.
3. Avisar o pessoal afeto da finalização dos trabalhos e do arranque do equipamento.

DESBLOQUEIO E ENERGIZAÇÃO

Operador de manutenção: Retirar cadeado da Caixa de bloqueio **D**;

Operador da máquina:

Desbloquear caixa de bloqueio **D**, cadeado verde. Retira a chave do cadeado vermelho, de caixa bloqueio;

Desbloquear **BC** e **AC** com cadeado vermelho S32; Desbloquear **CB**, **CA**, **BB** e **AB** com S806 mais cadeado vermelho S32; A respetiva chave vai para a sala de controlo, no posto de consignação.

C. Desconsignação do 526DE200:

- CB.** Abrir válvula manual a montante do 526LIC201B;
- CA.** Abrir válvula manual a montante do 526LIC201A.

B. Desconsignação da 526B203:

- BC.** Colocar em ON o seccionador do motor 526M203;
- BB.** Abrir válvula manual a montante da bomba 526B203;
- BA.** Colocar a 526B203 em “automático” no DCS.

A. Desconsignação da 526B202:

- AC.** Colocar em ON o seccionador do motor 523M071;
- AB.** Abrir válvula manual a montante da bomba 526B202;
- AA.** Colocar o 526M202 em “automático” no DCS.

D. Caixa de bloqueio;

- CB.** A montante da 526LIC201B, na cave da PM5;
- CA.** A montante da 526LIC201A, na cave da PM5;
- BC.** Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2;
- BB.** Na cave da PM5, a montante da bomba 526B203;
- AC.** Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2;
- AB.** Na cave da PM5, a montante da bomba 526B202.

C. Nos seguintes locais:

- CB.** A montante da 526LIC201B, na cave da PM5;
- CA.** A montante da 526LIC201A, na cave da PM5.

B. Nos seguintes locais:

- BC.** Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2;
- BB.** Na cave da PM5, a montante da bomba 526B203;
- BA.** Na sala de controlo da PM5.

A. Nos seguintes locais:

- AC.** Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2;
- AB.** Na cave da PM5, a montante da bomba 526B202;
- AA.** Na sala de controlo da PM5.

REALIZAR PROVA OU TESTE AO EQUIPAMENTO PARA COMPROVAR QUE FUNCIONA CORRECTAMENTE.



Criação: 06/06/2019

Revisão: -

Pág. 3/4

EQUIPAMENTO: Circuito de Água Quente

LOCALIZAÇÃO: MP5

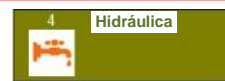
TAREFAS: Corte geral do circuito de água quente da MP5

EPIs

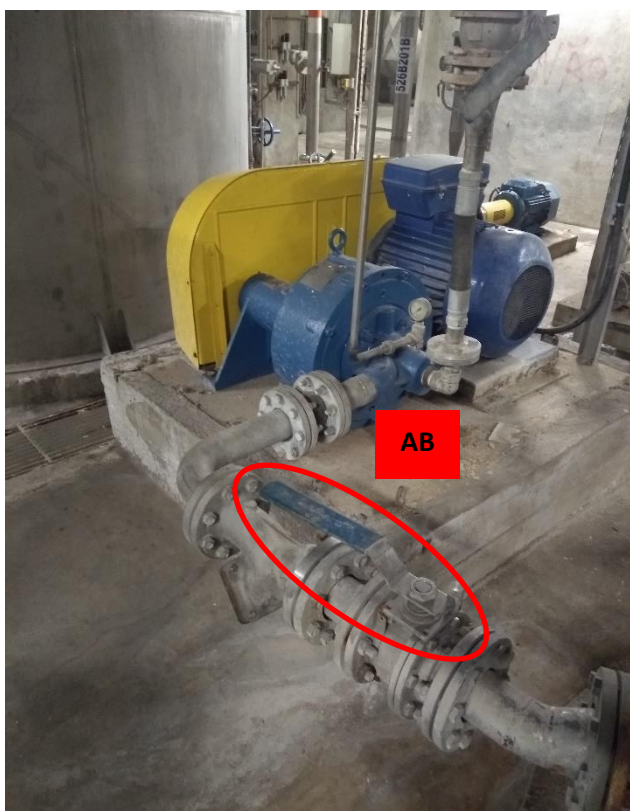


Atenção! Em paragens programadas o uso de colete de refletor e capacete é obrigatório!

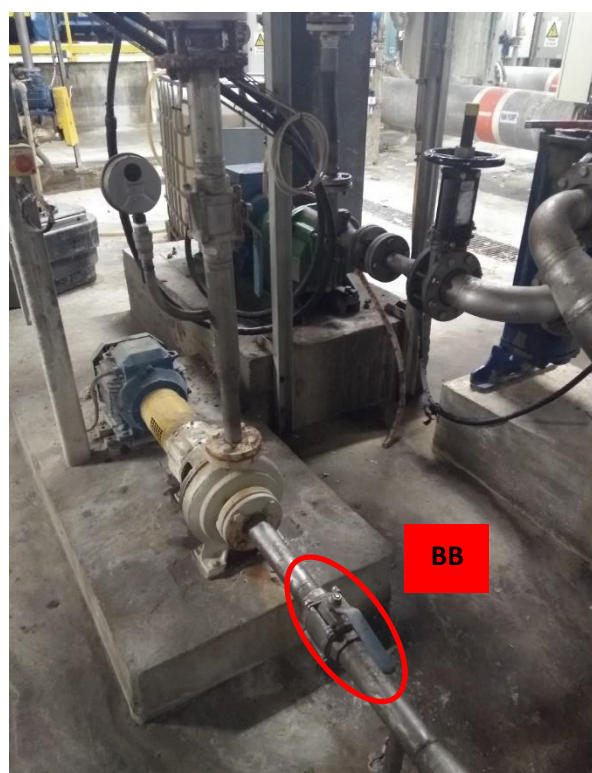
Energias



IMAGENS



AB. Válvula manual a montante da bomba 526B202, na cave da PM5.



BB. Válvula manual a montante da bomba 526B203, na cave da PM5.



Criação: 06/06/2019

Revisão: -

Pág. 3/4

EQUIPAMENTO: Circuito de Água Quente

LOCALIZAÇÃO: MP5

TAREFAS: Corte geral do circuito de água quente da MP5

EPIs

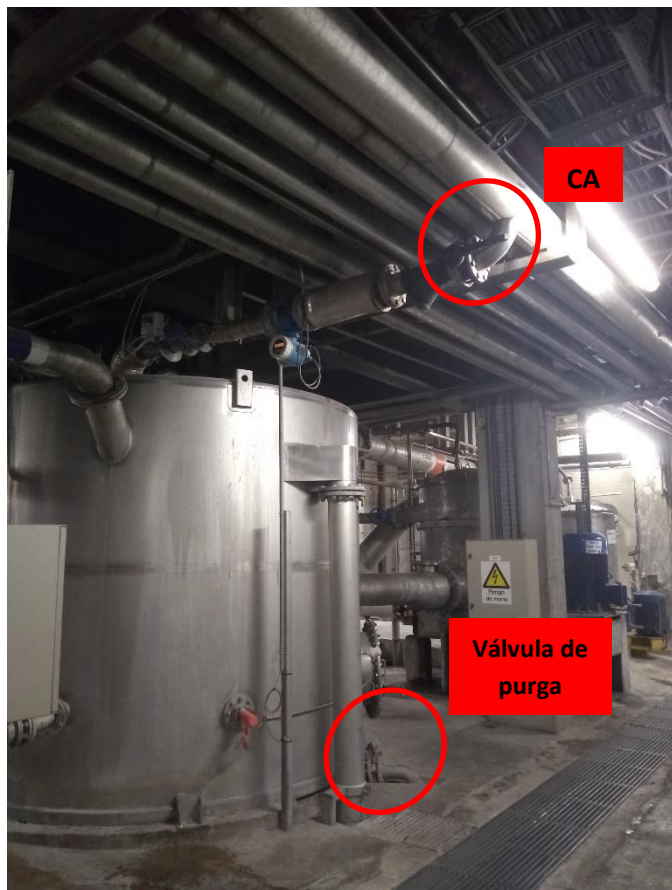


Atenção! Em paragens programadas o uso de colete de refletor e capacete é obrigatório!

Energias



IMAGENS



CA. Válvula manual a montante da 526LIC201A, na cave da PM5.



CB. Válvula manual a montante da 526LIC201B, na cave da PM5.



S32



D



Garra de Travamento



S2391

S806



6.3. Anexo 3

Criação: 03/05/2019

Revisão: -

Pág. 1/3

EQUIPAMENTO: 526B203 LOCALIZAÇÃO: MP5 (Cave)

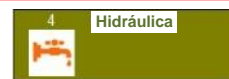
TAREFAS: Manutenção/Reparação da bomba 526B203

EPIs



Atenção! Em paragens programadas o uso de colete de refletor e capacete é obrigatório!

Energias



PROCESSO

COMO

ONDE

PREPARAÇÃO PRÉVIA

Antes de desligar, bloquear e desenergizar a máquina, deve realizar as seguintes tarefas:

1. Conhecer e entender o procedimento de bloqueio – Sinalização e dispor do material necessário.
2. Identificar as fontes de energia perigosas e os pontos de isolamento de energia.
3. Notificar todo o pessoal afetado de que se vai bloquear o equipamento.

DESLIGAR

- A. Colocar a 526B203 em “manual” no DCS;
- B. Colocar em OFF o seccionador do motor 526M203;
- C. Fechar válvula manual a montante da bomba 526B203;
- D. Fechar válvula manual a jusante da bomba 526B203.

- A. Na sala de controlo da PM5;
- B. Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2, gaveta 9;
- C. Na cave da PM5, a montante da bomba 526B203;
- D. Na cave da PM5, a jusante da bomba 526B203.

BLOQUEIO E SINALIZAÇÃO

(colocar cadeado e dispositivo de bloqueio quando seja necessário, assegurando-se de que o equipamento não se pode ligar).

Operador da máquina com ajuda de eletricista:

Bloquear **C e D** com S806 mais cadeado vermelho S32;
Bloquear **B** com cadeado vermelho S32;
Bloquear caixa de bloqueio **E**, com cadeado verde (deixe a chave dos cadeados vermelhos dentro de caixa bloqueio). Utilizar Garra de Travamento caso o ponto dê serviço a outro equipamento.

Operador de manutenção. Após dispor da ordem de trabalho, e quando for realizar trabalho no equipamento bloqueia, com cadeado amarelo, a caixa de bloqueio **E**.

- E. Caixa de bloqueio;
- A. Na sala de controlo da PM5;
- B. Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2, gaveta 9;
- C. Na cave da PM5, a montante da bomba 526B203;
- D. Na cave da PM5, a jusante da bomba 526B203.

DES-ENERGIZAÇÃO E VERIFICAÇÃO

(eliminar as energias residuais e verificar que todas as fontes de energia foram isoladas).

Assegurar **que não existe energia residual** através do teste de arranque do equipamento

Realizar a **purga da tubagem a montante e a jusante da 526B203** através das válvulas manuais existentes.

No DCS, na sala de controle.

Junto ao **526DE200**, na cave da PM5.

Criação: 03/05/2019

Revisão: -

Pág. 2/3

EQUIPAMENTO: 526B203

LOCALIZAÇÃO: MP5 (Cave)

TAREFAS: Manutenção/Reparação da bomba 526B203

EPIs



Atenção! Em paragens programadas o uso de colete de refletor e capacete é obrigatório!

Energias



DESBLOQUEIO E ENERGIZAÇÃO / OPERAÇÃO A REALIZAR

PROCESSO

COMO

ONDE

PREPARAÇÃO PRÉVIA

Antes de desbloquear e energizar o equipamento devem realizar-se as seguintes verificações:

1. Verificar a área de trabalho de forma a assegurar que todos os elementos e ferramentas foram recolhidos.
2. Verificar que todos os trabalhadores estão numa posição segura.
3. Avisar o pessoal afeto da finalização dos trabalhos e do arranque do equipamento.

DESBLOQUEIO E ENERGIZAÇÃO

Operador de manutenção: Retirar cadeado da Caixa de bloqueio E;

Operador da máquina:

Desbloquear caixa de bloqueio E, cadeado verde.

Retira a chave do cadeado vermelho, de caixa bloqueio;

Desbloquear B com cadeado vermelho S32;

Desbloquear C e D com S806 mais cadeado vermelho S32;

A respetiva chave vai para a sala de controlo, no posto de consignação.

D. Abrir válvula manual a jusante da bomba 526B203;
C. Abrir válvula manual a montante da bomba 526B203;

B. Colocar em ON o seccionador do motor 526M203;

A. Colocar a 526B203 em "automático" no DCS.

E. Caixa de bloqueio;

D. Na cave da PM5, a jusante da bomba 526B203;

C. Na cave da PM5, a montante da bomba 526B203;

B. Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2, gaveta 9;

A. Na sala de controlo da PM5.

D. Na cave da PM5, a jusante da bomba 526B203;

C. Na cave da PM5, a montante da bomba 526B203;

B. Sala de quadros MCC6 – MP5, armário SB.2, gaveta 9;

A. Na sala de controlo da PM5.

REALIZAR PROVA OU TESTE AO EQUIPAMENTO PARA COMPROVAR QUE FUNCIONA CORRECTAMENTE.

Criação: 03/05/2019

Revisão: -

Pág. 3/3

EQUIPAMENTO: 526B203

LOCALIZAÇÃO: MP5 (Cave)

TAREFAS: Manutenção/Reparação da bomba 526B203

EPIs

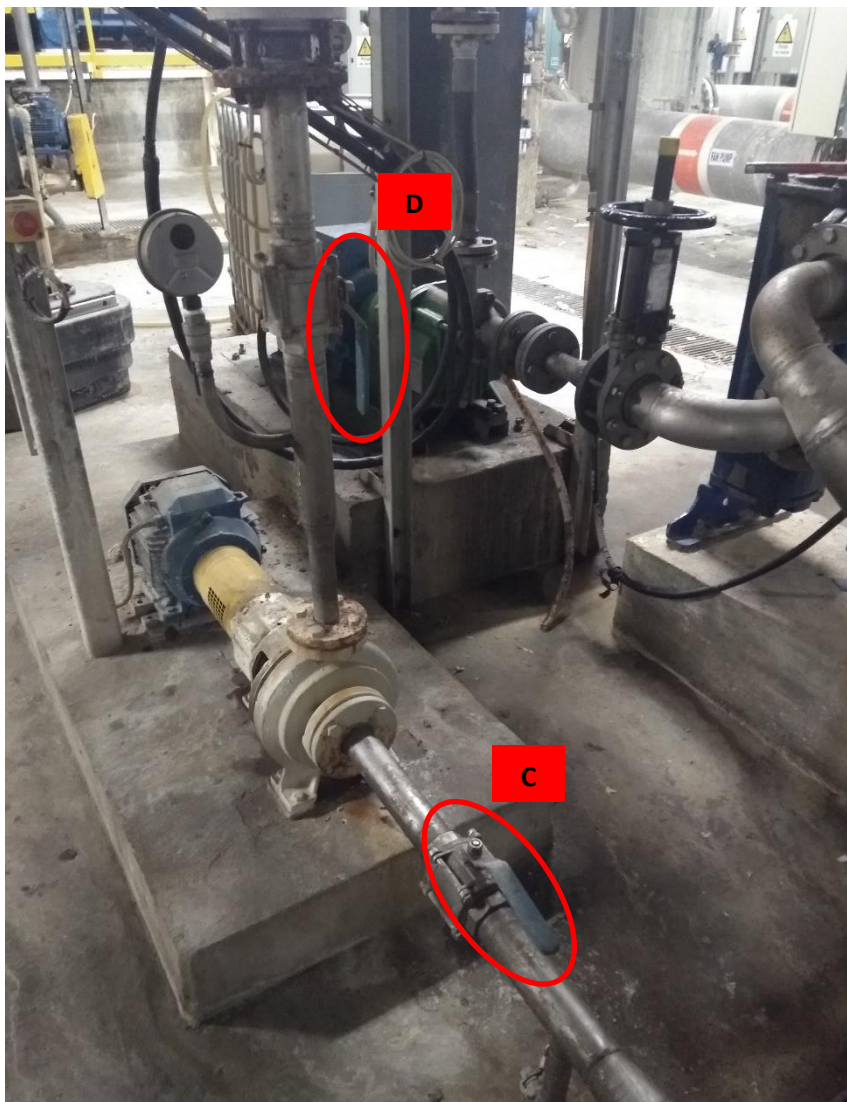


Atenção! Em paragens programadas o uso de colete de refletor e capacete é obrigatório!

Energias



IMAGENS



C e D. Válvula manual a montante da bomba 526B203 (C) e válvula manual a jusante da bomba 526B203 (D), na cave da PM5.



S32



E



Garra de Travamento



S2391



S806